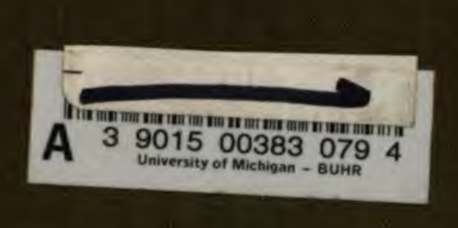
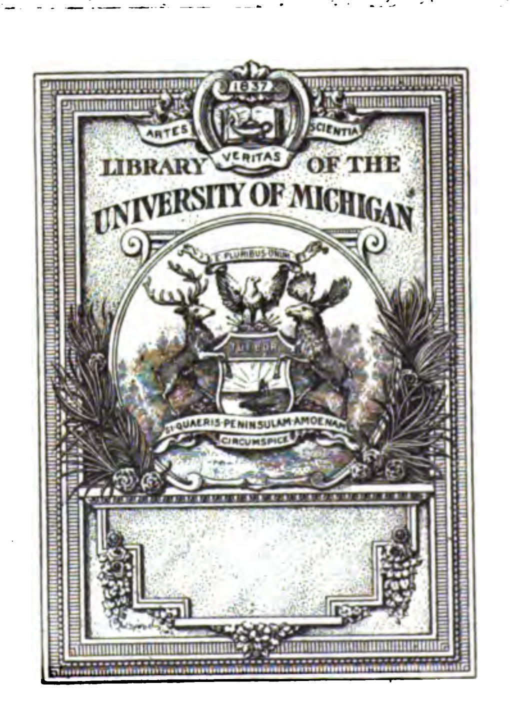


A 3 9015 00383 079 4
University of Michigan – BUHR


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Jenaische Zeitschrift

für

MEDIZIN

und

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft
zu Jena.

Siebenter Band.

Mit achtundzwanzig Tafeln und 24 Figuren in Holzschnitt.

Leipzig,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1873.

Inhalt.

Ueber die Nasenmuscheln der Vögel.

Von

Carl Gegenbaur.

Mit Tafel I. II. III.

Dass der Nasenhöhle der Vögel drei als Muscheln bezeichnete Fortsatzbildungen zukommen, ist eine Thatsache, deren Kenntniss seit Scarpa's berühmtem Werke [1]) in allen einschlägigen Büchern allgemein verbreitet ist. Im Anschluss daran sind die Angaben von Harwood [2]). Wenn auch schon in Scarpa's Beschreibung jener Theile manches Eigenthümliche hervorgetreten ist, so kann man doch die Annahme einer Uebereinstimmung der Nasenmuscheln der Säugethiere mit jenem Verhalten im Wesentlichen darauf stützen, aber es ergiebt sich daraus ein Verhältniss, welches mit den sonstigen Beziehungen der beiden Abtheilungen zu einander im Widerspruche steht. Die Untersuchung der Nasenhöhle der Vögel lehrte mich nun, dass zwei der als Muscheln bezeichneten Gebilde nichts mit irgend welchen Muscheln der Organe der Säugethiere gemein haben, und von dieser Untersuchung sollen hier die wesentlichsten Ergebnisse mitgetheilt werden.

Zur Gewinnung eines sicheren Ausgangspunktes war es nöthig, die Nasenhöhle der Reptilien in Betracht zu nehmen. Da ich aber auch für diese Abtheilung die meisten Beschreibungen mit den von mir gefundenen Thatsachen wenig in Einklang fand, scheint es mir nothwendig über jene gleichfalls zu berichten. Ich theile also meine Arbeit in Mittheilungen über die Nasenmuscheln der Reptilien und in solche über die Muscheln der Vögel, und füge eine vergleichende Beschreibung daran, in der die Resultate zusammengefasst werden sollen.

---

1) De auditu et olfactu. Ticini 1789.

2) System der vergleichenden Anatomie aus d. Engl. v. Wiedemann. Berlin 1799. S. 28.

I. Unter den **Reptilien** finde ich die einfachsten Verhältnisse der Nasenmuscheln bei den **Eidechsen**. Die Nasenhöhle ist keineswegs von der bedeutenden Kürze, wie es in der Angabe bei CUVIER[1]) scheinen möchte, wo Saurier und Ophidier mit den Batrachieren zusammengestellt sind. Auch bei STANNIUS[2]) ist keine auf Muscheln beziehbare Angabe, während in dem grossen Werke von OWEN[3]) nur der Muschel von **Iguana** Erwähnung geschieht, die hinten mit zwei Vorsprüngen endet. Bei anderen Sauriern sollen mannichfache Modificationen vorkommen. Von diesen kann ich zwei Formzustände näher anführen, indem ich Uromastix und Lacerta darauf untersuchte. An der lateralen Wand der Nasenhöhle springt eine einzige Muschel vor, dieselbe ist ziemlich verschieden gestaltet. Ich finde sie bei **Uromastix** als wulstförmigen in einem nach oben offenen Halbkreise gekrümmten Vorsprung (Taf. I. Fig. 4. *c*), der eine Vertiefung umschliesst. Sie liegt in der hinteren Hälfte der Nasenhöhle, deren vordere Hälfte mehr als ein engerer Canal erscheint. Eine andere Modification repräsentirt **Lacerta** (L. ocellata). Die Muschel hebt sich hier viel freier und viel mehr lamellenartig von der Nasenhöhlenwand ab, und ragt mit ihrem freien Rande abwärts, mit demselben Rande auf einen nach hinten und abwärts gekrümmten frei vorragenden Abschnitt übergehend (Fig. 3. *c*). Dieses gekrümmte Ende legt sich seitlich in eine Erweiterung der Nasenhöhlenwand.

Complicirter gestaltet sich das Verhalten der Nasenmuschel bei Schlangen. Für **Boa** (B. constrictor) kann ich Folgendes darüber angeben. Die Nasenhöhle, welche ein reichliches Dritttheil der Länge des Craniums beträgt, bildet dicht am Eingange von der äusseren Nasenöffnung her eine Erweiterung (Fig. 5. *a*), wird dann lateral verengert, um an ihrem letzten Theile wieder einen ansehnlichen aufwärts und nach aussen ausgedehnten Hohlraum zu bilden. Derselbe setzt sich gerade abwärts zur Choanenöffnung fort. Vom vorderen Theile an, dicht hinter der der unteren Nasenöffnung entsprechenden Erweiterung erhebt sich die einzige Muschel (*c*). Anfangs wulstartig, gestaltet sie sich nach und nach zu einer horizontalen Leiste, die in eine schräg abwärts vorragende Lamelle übergeht. Die Muschel verbreitert sich so nach hinten zu, und zwar in einem der Erweiterung der Nasenhöhle entsprechenden Maasse. Das Ende der Muschel setzt sich in einem griffelförmigen Ausläufer (*b*) fort, der in die Choane (*ch*) abwärts ge-

1) Leçons. Sec. Édit. III. S. 691.
2) Zootomie der Amphibien. S. 174.
3) On the Anatomy of Vertebrates. London 1866. S. 330.

richtet einragt. Durch diese Muschel wird der Raum der Nasenhöhle lateral in zwei Gänge zerlegt, die beide am vorderen Abschnitte beginnen; der obere führt in den oberen blinden Grund der Höhle, an welchem Abschnitte die Ausbreitung des Olfactorius stattfindet; der untere Gang dagegen leitet zunächst unterhalb der Muschel zu der Choane, und communicirt nur über die Muschel hinweg mit dem oberen Raume. Von einer zweiten Muschel, welche Scarpa von Vipera angiebt, findet sich keine Andeutung vor. Der von Scarpa als »Turbinatum supremum« angeführte Theil ist bei Boa der einzige als Muschel zu deutende Vorsprung.

Für die Schildkröten findet man bei Cuvier genauere Angaben als für Saurier und Ophidier. Er unterscheidet im Verhalten der Binnenräume erstlich einen vorn weiteren Canal und dann drei damit verbundene Höhlungen (poches ou cellules), davon eine untere und zwei obere. Ueber den Werth dieser Höhlungen zu einander ist nichts angegeben.

Nach Untersuchungen an Chelonia (Ch. cauana) scheidet sich der complexe Binnenraum in folgende Abschnitte. Die äussere Nasenöffnung führt durch einen kurzen, aber weiten und horizontal verlaufenden Canal (sein Verlauf ist in Fig. 1 und 2 von *o* aus punktirt angegeben) in einen nach verschiedenen Richtungen ausgedehnten grösseren Raum. In Fig. 1 erblickt man die Ausdehnung dieses Raumes nach der Entfernung der Nasenscheidewand. Er setzt sich aufwärts in eine blinde Ausbuchtung (*rs*) fort, welche die vordere obere Tasche Cuvier's vorstellt. Sie ist durch eine lateral entspringende quere Falte, in welche auch der Ethmoidalknorpel eingeht, von dem mittleren zum unteren Nasenloche führenden Theile abgegrenzt. Dieser Vorsprung (Fig. 2 *m*) setzt sich in eine medial davon abwärts gerichtete Leiste (Fig. 1 *n*) fort, welche gegen den Boden der zweiten Tasche sich herabsenkt. Die letztere (Fig. 2 *ri*) erstreckt sich vorwärts und ist durch eine fast horizontale Leiste von dem unteren Nasencanale getrennt. Es ist diess die bei Cuvier als untere Tasche erwähnte Räumlichkeit und wohl dieselbe, deren Stannius[1]) als eines »auf das Dach der Mundhöhle absteigenden Recessus« gedenkt. Dass sie buchtiger wäre als die der oberen habe ich nicht gefunden. Von dem diese beiden Ausbuchtungen vereinigenden Raume erstreckt sich noch ein dritter vorvorzüglich senkrecht ausgedehnter Raum nach hinten und gegen die Nasenscheidewand. Derselbe ist in Fig. 1 in seiner ganzen Ausdehnung

1) Zootomie der Amphibien S. 174. In dieser, gleichfalls von Chelonia entnommenen Auffassung stellt sich das thatsächliche Verhalten etwas anderes dar, wie aus meiner Beschreibung, wie ich hoffe, deutlich hervorgeht.

nach Wegnahme der Nasenscheidewand sichtbar gemacht. Alle diese Räume haben mit der Regio olfactoria der Nasenhöhle nichts zu thun. Man könnte sie zusammen als Vorhof der Nasenhöhle auffassen, denn erst dahinter liegt der zur Ausbreitung des Olfactorius dienende Abschnitt.

Nach aussen von der in Fig. 1 *n* dargestellten Vorsprungsbildung des Binnenraums beginnt ein fernerer Abschnitt der Nasenhöhle. Von da erstreckt sich nach hinten und zwar abwärts gerichtet ein wenig hoher aber ziemlich breiter Canal (Fig. 2 *dn*). Er führt zur Choanenöffnung (*Ch*). Ueber dem Anfange dieses Canales mündet eine weite Höhle (Fig. 2 *N*) aus, deren Eingang durch eine an der lateralen Wand deutliche Falte (*C*) abgegrenzt ist. Der Eingang ist enger als der Binnenraum der erwähnten Höhle. Die letztere zeigt in ihren Wänden, davon die mediale vom Septum nasi gebildet wird, die Verbreitung des Olfactorius. Es besteht somit in dem Complexe der Nasenhöhle der Schildkröten eine besondere Cavität als Riechhöhle, eine innere Riechgrube, die wohl nichts anderes ist als die mit der Differenzirung des Kopfes nach innen getretene primitive äussere Riechgrube. Die mediale Leiste (*C*) grenzt diesen Abschnitt (poche supérieure postérieure) von den übrigen Räumlichkeiten ab. Sie wird als »Muschel« aufgefasst werden dürfen, da unter ihr die respiratorische Bahn der Nasenhöhle hinzieht. Von allen übrigen Leisten und Vorsprüngen findet sich keiner in solchen Beziehungen, dass sie als Muschel gedeutet werden könnte.

Ueber die Nasenhöhle der Crocodile ist unsere Kenntniss nicht minder unvollständig. Bei Cuvier geschieht der Muscheln gar keine Erwähnung, sondern es werden Hohlräume (cellules) beschrieben, die sinuös und vor der Orbita aneinander gelagert seien. Die Wandungen derselben springen in das Innere des Nasenganges vor, und im Inneren dieser Räume soll die Geruchswahrnehmung zu Stande kommen. Bessere Orientirung ist aus der in den »Erläuterungs-Tafeln zur vergleichenden Anatomie« gegebenen Darstellung [1]) zu gewinnen, die nach Alligator sclerops gearbeitet ist. Es wird darin eine »obere« Muschel angegeben, ohne dass aber von anderen Muscheln die Rede wäre, obgleich die ganze laterale Wand der Nasenhöhle in der Abbildung dargestellt ist.

Eine neue Prüfung war also gewiss auch für die Crocodile nothwendig. Ich habe die Untersuchung an A. lucius vorgenommen und

1) Erläuterungstafeln zur Vergleichenden Anatomie von d'Alton und C. G. Carus. Heft IX. 1855. Taf. IV. Fig. VIII.

folgendes Verhalten aufgefunden. Der Binnenraum der Nasenhöhle zerfällt in zwei sehr verschiedene Abschnitte. Ein vorderer Abschnitt beginnt an der äusseren Nasenöffnung mit einer nicht sehr grossen Erweiterung (Fig. 6. *a*) und geht dann in eine sehr breite aber wenig hohe Räumlichkeit über, welche über die Hälfte der Länge der gesammten Nasenhöhle ausmacht. Den Boden dieser Strecke bildet das Maxillare, welches hier einen bedeutenden Sinus (Fig. 6. *mx*) umschliesst. Eine dünne Knorpellamelle, die dem übrigen Theile der Nasenhöhle zu Grunde liegt, bedeckt jedoch auch hier den Knochen. Am Dache dieser Strecke bildet dieselbe Knorpellamelle einen allmählich stärker werdenden Vorsprung (*c*), indem sie sich von dem über ihr liegenden, sie deckenden Nasale abhebt. Dazwischen lagern Blutgefässe. Am Ende des genannten Abschnittes senkt sich der Boden der Nasenhöhle, und hier ist nun die Stelle, wo der bisher einfache Raum nach hinten zu in zwei übereinander liegende Räume sich fortsetzt, beide durch eine knöcherne bis zum Septum nasi reichende Lamelle geschieden. Der untere Raum stellt den hinteren (inneren) zu der Choane führenden Nasengang (*dn*) vor. Dessen knöcherne Wände und Mündung sind längst bekannt, es bedarf daher keiner näheren Beschreibung. Anders verhält es sich mit dem obern Raume, der nach hinten geschlossen ist. Er birgt laterale Vorsprünge der knorpeligen Wandfläche, die man als Muscheln bezeichnen könnte.

Am Anfange des oberen Raumes, genau an der Stelle, wo der äussere Nasengang in den inneren zur Choane führenden sich fortsetzt, und das horizontale Dach der letzteren mit einem concaven Ausschnitte beginnt, erhebt sich im oberen Raume eine Muschel (Fig. 6. *C*).

Dieselbe beginnt vom unteren Rande einer nach vorne zu gerichteten Einbuchtung (Fig. 6. *e*) des knorpeligen Daches der Nasenhöhle, und stellt eine abwärts gekrümmte Lamelle vor, die eine Strecke weit in zwei sich sondert, wie am besten auf einem Querschnitte (F. 7. *C' C''*) zu sehen ist. Diese Muschel verdeckt bei medialer Ansicht den grössten Theil eines noch bedeutenderen Vorsprunges, der erst hinter der Muschel frei zu liegen kommt. Ohne genauere Untersuchung könnte man diesen Vorsprung für eine zweite Muschel halten, wie er denn auch in den »Erläuterungstafeln« als solche aufgeführt ist. Entfernt man die zuerst beschriebene rein knorpelige Muschel, so bemerkt man den genannten Vorsprung (Fig. 6. *D*) weit unter ihr nach vorn zu fortgesetzt, und sieht ihn eine langgestreckte Blase bilden, die einen grossen Theil des lateral von der Muschel befindlichen Nasenhöhlenraumes ausfüllt. Dieser blasenförmige Vorsprung wird von einem knorpelige Wandungen besitzenden Sinus gebildet. Sein Verhalten zur Nasen-

höhle ist auf dem in Fig. 7 dargestellten Querschnitte leicht zu ersehen. Er ist also von der als Muschel bezeichneten Bildung bedeutend verschieden. Während jene eine von der Nasenwand entspringende einfache Knorpellamelle ist, besteht der Blasenvorsprung aus einem sehr bedeutend in die Nasenhöhle einragenden Sinus, der allseitig von Knorpelwand (mit dünner Schleimhautbekleidung) umschlossen ist. Nur an einer Stelle findet sich eine Communication. Nahe am hinteren Grunde des Sinus liegt eine trichterförmige, nach vorn sich verengende Oeffnung, die in einen lateral an der Blase vorbeiführenden, gleichfalls in den Ethmoidalknorpel eingesenkten Canal (Fig. 7. *E*) führt. Derselbe mündet in einen kleineren Sinus, der unterhalb der Muschel mit dem Raum der Nasenhöhle in offener Communication steht. In wieferne diese Sinusse sich auf die bei CUVIER angeführten »poches ou cellules« beziehen, ist bei der Allgemeinheit jener Angaben nicht festzustellen. Doch ist das eine sicher, dass die Binnenräume dieser Sinusse mit der Geruchsvermittelung nichts zu thun haben, da sie ausnehmend weit nach vorn zu schon mit der Nasenhöhle communiciren, und nirgends Durchbrechungen der Knorpelwand zeigen, durch welche Olfactoriusbündel hindurch treten könnten. Der Olfactorius hat vielmehr auch bei den Crocodilen — soweit ich das bei Alligator ermitteln konnte — seine Ausbreitung im blind geschlossenen Nasengrunde, an der medialen Wand des blasenförmigen Sinus, wie an einer entsprechenden Strecke des Septum nasi.

II. Durch die Untersuchungen SCARPA's ist die Nasenhöhle der Vögel am genauesten bekannt geworden und die bereits oben citirte Arbeit blieb bis heute die Grundlage für die bezügliche Darstellung. CUVIER führt sogar das, was SCARPA von der Gans beschrieb, als allgemein den Vögeln zukommend auf, und fügt von andern nur wenige Verschiedenheiten bei. Sie beziehen sich fast nur auf den Strauss und den Casuar.

Die Abweichungen, die ich im Verhalten der sogenannten Muscheln schon innerhalb einer verhältnissmässig sehr geringen Zahl von Gattungen fand, lassen einzelne Theile als nicht sehr beständig erkennen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung will ich nach den drei sogenannten Muscheln geordnet vorführen.

Vordere Muschel. Nicht blos in den Volumsverhältnissen und der Gestaltung, sondern auch in der Anordnung sind die Eigenthümlichkeiten dieses Theiles der Nasenhöhle bedeutend zu nennen.

Bei Columba führt die äussere, längs der knorpeligen Deckschuppe (Fig. 10. *d*) sich hinziehende Oeffnung (*e*), in einen der Ausdehnung jener Deckschuppe (ala) entsprechenden Raum, in welchen die untere

Muschel (*a*) einragt. Diese ist sowohl am Boden als auch an den Wänden dieses Raumes befestigt, und zwar vorne am Septum der Nasenhöhle (*s*), hinten dagegen an der lateralen Wand, in einiger Entfernung vom Rande der Deckschuppe, der sie an Länge entspricht. Sie ist wulstförmig gestaltet, leicht abwärts zum Boden des Naseneinganges gesenkt, ohne eine Einrollung zu bilden. Ueber dieses Gebilde hinweg passirt man zum hinteren Nasenraume.

Um vieles complicirter ist das Verhalten dieser unteren Muschel bei den Hühnern, von denen ich das Haushuhn, den Truthahn und das Rebhuhn untersucht habe. Bei allen müssen bezüglich der unteren Muschel zweierlei Gebilde unterschieden werden, die in verschiedenen Beziehungen zu der lateralen Wand der Nasenhöhle oder vielmehr zum Rande der unteren Nasenöffnungen stehen. Es ist das erstlich eine wulstartige Vorragung (Fig. 11. *n.* 15. *t*), die am unteren Rande der Nares als eine Fortsetzung der Lamelle beginnt, welche am Boden der Oeffnung nach innen und aufwärts steigt. Am hinteren, theilweise von aussen nicht mehr sichtbaren Abschnitte ist diese Lamelle muschelförmig auswärts gekrümmt, und umschliesst eine hintere blind geendigte Bucht, in welche man vom hinteren Winkel des Nasenloches eintritt. Bei der in Fig. 11 gegebenen Abbildung vom Huhn ist sowohl der genannte Wulst als die Krümmung desselben von oben dargestellt. In Fig. 15. von Meleagris auf dem senkrechten Durchschnitte.

Der zweite hierhergehörige Theil ist eine um den vorerwähnten herumgelegte, denselben von innen vollständig deckende Lamelle (Figg. 11. u. 16. *a*), die man als vordere oder untere Muschel zu bezeichnen pflegt. Sie setzt sich vom oberen Rande der Nares, etwas hinter der Mitte der Länge derselben, bis weiter nach hinten zu fort, krümmt sich muschelförmig um den unteren Wulst (Fig. 15) und verläuft hinten mit schwach vorragendem Theile (Fig. 12. 14. *a'*) zur Nasenscheidewand (*s*), der sie sich verbindet. An dieser Verbindungsstelle bildet die Nasenscheidewand einen quer durch die Nasenhöhle verlaufenden Vorsprung (Fig. 14. 15), der etwas hinter der Mitte der Länge der gesammten Nasenhöhle liegt. Er theilt die Nasenhöhle in zwei Abschnitte, davon der vordere zum grössten Theile von den soeben aufgeführten Gebilden, der hintere von den beiden anderen Muscheln eingenommen wird.

Die bei Columba durch einen einzigen Wulst repräsentirte Muschel (Fig. 10. *a*) wird also bei den Hühnern durch zwei verschiedene Gebilde repräsentirt. Man kann dabei fragen, welchem der letzteren etwa die Muschel der Tauben entspricht. Der untere Wulst bei den Hühnern hat einige Aehnlichkeit mit dem Gebilde bei Columba, aber

diese Theile können nicht homolog sein, da der bei den Tauben vorhandene vorn vom Septum nasi ausgeht, und hinterwärts zum lateralen Nasenrande hinter dem Nasloche zieht. Auch gegen die muschelförmige Lamelle der Hühner zeigt das Organ der Tauben Differenzen, und zwar die bedeutendsten in den Verbindungsstellen mit der lateralen und medialen Nasenhöhlenwand. Bei den Tauben liegt die septale Verbindung vorn, und hinten findet sich die alare, während die Hühner gerade das umgekehrte Verhältniss darbieten, endlich geht bei den Tauben der Boden des Nasenhöhleneinganges auf die Muschel über, bei den Hühnern dagegen auf jenen Wulst, den ich oben von der muschelförmigen Lamelle unterschied.

Es wird aber doch der Versuch zu machen sein, diese beiden anscheinend so verschiedenartigen Bildungen der vorderen Muschel mit einander in Einklang zu bringen. Durch die Thatsache, dass jeder der beiden Theile bei den Hühnern neben aller Verschiedenheit doch Eigenschaften besitzt, die er mit der einfachen Muschel der Taube gemein hat, wird man zur Annahme inducirt, dass beide Gebilde der Hühner zusammen der Muschel der Tauben entsprechen. Davon ausgehend vermag man nun beiderlei Einrichtungen auf einander zurückzuführen. Nimmt man die Muschel bei Columba aus ihrer schrägen Richtung in eine quere übergehend an, und lässt von da aus die ursprünglich vorne liegende septale Verbindung nach hinten rücken, die alare dagegen nach vorn, so entsteht ein mit den Hühnern übereinkommender Befund. Dieser wird so weniger davon verschieden sein, wenn der obere Rand der Muschel — den einfachen Zustand der Taube noch vorausgesetzt — sich erst in die Höhe, dann medial, und von da an nach dem Boden der Nasenhöhle zu entwickelt, und wenn die so gebildete vollkommnere Muschel auch nach vorne zu auswächst, und damit sich wenigstens vor einen Theil des Einganges der Nasenhöhle legt. Geht endlich mit dieser Veränderung die Bildung einer vom Boden des Naseneinganges sich erhebenden Lamelle aus, die wulstartig gegen die lateral gerichtete Concavität der Muschel vorspringt, so wird ein den Hühnern völlig entsprechender Befund die Folge sein. Die Verschiedenheit in der vorderen Muschel der Tauben und der Hühner ist also keine fundamentale, beiderlei Gebilde sind von einander ableitbar. Die vordere Muschel der Taube repräsentirt dabei den einfacheren Zustand, die Hühner besitzen das um vieles differenzirtere Verhalten.

Bei Numenius ist die vordere Muschel bedeutend in die Länge gedehnt (Fig. 16. *a*) und bildet eine vom Dache des vorderen Abschnittes der Nasenhöhle bis in diesen herabragende longitudinale Lamelle, auf

deren medialer und lateraler Fläche eine Längsleiste vorspringt. Das hintere Ende (a') setzt sich in horizontaler Lage zum Septum fort, und geht als querer Vorsprung in es über. Die alare Beziehung der Muschel ist dabei noch erkennbar. Mehr mit Numenius als mit den Hühnern stimmt die Gans in der Bildung der unteren Muschel überein. Sie bildet einen ganz horizontalen, vorne mit dem Knorpel des Daches der Nasenöffnung zusammenhängenden Vorsprung (Fig. 17. *a*), der mit einem vorderen freien Ende gegen die genannte Oeffnung ragt. In Fig. 18 ist er auf senkrechtem Querdurchschnitte vorgestellt. Von den beiden Kanten tritt die mediale wieder zum Septum nasi über, welches verdickt ziemlich weit gegen die Nasenhöhle einragt. Einen Zusammenhang mit der mittleren Muschel, in der Weise wie ihn Scarpa abgebildet hat, vermag ich nicht zu erkennen.

Als ein schräg von vorne und von der alaren Wand zum Septum ziehender Wulst erscheint die vordere Muschel bei Raubvögeln, bei denen sie nur einen kleinen Theil der Nasenhöhle einnimmt. Bei den Eulen, wo sie ossificirt, ist die schräge Stellung noch steiler, wie auch die Wölbung beträchtlicher (Fig. 20. 21. *a*), so dass sie den grössten Theil des nicht sehr ansehnlichen vorderen Raumes der Nasenhöhle einnimmt. Die septale Verbindung geschieht wiederum an einer Querverbreiterung der Scheidewand.

Bei Gypogeranus fehlt die vordere Muschel. Rudimente davon können wohl in mehreren parallelen Schrägfalten erkannt werden, die an der Innenfläche der oberen resp. hinteren Wand der Nares liegen. Sie können nach abwärts bis zum Boden des Naseneinganges verfolgt werden, der an einer etwas höheren Strecke der Stelle entspricht, welcher bei andern Vögeln die septale Verbindung der vorderen Muschel zukommt.

Einige Aehnlichkeit mit jener der Eulen kommt der vorderen Muschel von Psittacus zu. Bei P. erythacus bildet sie ein ansehnliches, vom hintern inneren Rande der Nares vorspringendes Gebilde (Fig. 24. 25. *a*), welches fast den ganzen Eingang verdeckt. In Mitte der Aussenfläche findet sich eine beträchtliche Vertiefung. Der frei vorspringende fast kreisförmige Rand ist gewulstet, besonders stark am unteren inneren Abschnitte. Von demselben setzt sich ein schmaler Saum zu einem Vorsprunge der knöchernen Nasenscheidewand fort.

Picus (P. viridis) zeichnet sich durch eine sehr ansehnliche Ausbildung der vorderen Muschel aus, der eine Knochenlamelle zu Grunde liegt. Vergl. Fig. 26. *a*. Die Muschel beginnt lateral über der Nasenöffnung, und zieht sich an Höhe abnehmend bis zu dem am Beginne des letzten Drittheils der Nasenhöhle liegenden septalen Fortsatz, in

den sie übergeht. Vorn geht sie von ihrer Befestigungsstelle an etwas in die Höhe, alsdann biegt sie sich nach abwärts um, und erreicht den Boden der Nasenhöhle, um mit nach aussen aufgeschlagenem freien Rande aufzuhören. Das hintere Ende dieses freien Randes ist zugleich mit der septalen Verbindungsstelle in Fig. 27 auf dem senkrechten Querschnitte abgebildet.

Lang und schmal ist die vordere Muschel bei Caprimulgus (C. europaeus). Sie bildet eine weiche, lateral etwas eingerollte Lamelle, deren freies vorderes Ende gegen das röhrenförmig verlängerte Nasloch sieht, und durchzieht die Hälfte der Länge der gesammten Nasenhöhle.

Bei Podargus (P. Cuvieri) fehlt die vordere Muschel gänzlich. Die äussere Nasenöffnung bildet eine Längsspalte, die von einer breiten vorn und hinten nach abwärts umgebogenen Knorpelschuppe überdeckt wird, in der man eine Verwandtschaft mit der bei Caprimulgus bestehenden Verlängerung zu erkennen vermag. Die Innenfläche dieser Knorpelschuppe ragt convex in den vorderen Nasenraum ein, so dass man darin eine Muschel erblicken könnte, wenn die nähere Untersuchung nicht einen anderen Thatbestand herausstellte, und eben den Mangel einer Muschel ergäbe.

In der Huxley'schen Gruppe der Coracomorphen finde ich bei Sturnus die vordere Muschel zwar ziemlich einfach, aber doch deutlich vorhanden. Sie bildet eine lateral entspringende abwärts gerichtete Lamelle (Fig. 30. *a*), welche wieder mit dem hintern Ende ins Septum übergeht. Das Vorderende zieht sich frei nach vorn zu aus und deckt den Naseneingang von innen her.

Bei Corvus (C. corone) entspringt sie wieder vom hinteren Rande der Naslochbegrenzung, und erstreckt sich von da an mit dem Ursprunge weiter nach hinten, unter bedeutender Verschmälerung und Uebergang in eine mehr horizontale Lamelle, die mit einem bogenförmigen Ausschnitte zum Septum tritt. Der bedeutendste vorderste Theil ist an einer innen scharf vorspringenden Kante im Winkel abwärts gekrümmt, und formt eine gegen die Nasenöffnung gerichtete, von unten leicht sichtbare löffelförmige Vorragung (Fig. 33. *a'*), deren unterer freier Rand auswärts und aufwärts gekrümmt ist.

Mittlere Muschel. Unter allen von mir untersuchten Vögeln am einfachsten verhält sich die mittlere Muschel bei der Taube, wo sie einen von der etwas gegen die Nasenhöhle zu einspringenden lateralen Wand der Cavität abwärts ragenden Vorsprung bildet. In Fig. 8. *c* ist derselbe von der Innenfläche her, in Fig. 9. *c* auf senkrechtem Durchschnitte abgebildet. Unter der Muschel, und etwas nach vorne

zu bemerkt man eine Falte der Schleimhaut, unter welcher der Thränennasengang ausmündet (Fig. 8. *l*).

Für die Hühner ist die mittlere Muschel durch SCARPA's Darstellungen bekannt. Sie bildet eine schrägstehende von vorne und oben nach hinten und unten gerichtete Lamelle, welche anderthalbmal, an einigen Stellen auch zweimal eingerollt ist. In Fig. 13 gibt ein senkrechter Durchschnitt dieses Verhalten vom Huhne in doppelter Vergrösserung. Das hintere Ende der Muschel tritt zum Grunde der Nasenhöhle, und ist von da an, besonders bei Meleagris deutlich als ein medial verlaufender Wulst (Figg. 12. 14. *c'*) zu verfolgen, der zum hintern Ende des Septum tritt. Hinter dieser septalen Verbindung findet sich eine trichterförmige Spalte, welche in den orbitalen Luftraum führt (Figg. 12. 14. *o*). Unterhalb der gewundenen Muschel, dicht über der Choane, öffnet sich der weite Thränennasengang.

Der vordere Abschnitt der Muschel lagert sich über den transversalen Fortsatz des Septums, an welchem die oben erwähnte Verbindung mit der vorderen Muschel stattfindet. Bei Perdrix und Meleagris ist jener vordere Abschnitt der mittleren Muschel weiter als bei Gallus entwickelt, und bildet einen besondern durch eine Vertiefung vom übrigen gesonderten Theil (s. Fig. 14).

Für die Abhängigkeit der Stellung der Muschel vom transversalen Septumfortsatz spricht das Verhalten von Numenius, bei dem die mittlere Muschel bei geringer Erhebung jenes Fortsatzes eine fast horizontale Lage besitzt. Die Muschel ist $1\frac{1}{2}$ mal eingerollt, und bietet an ihrer medialen Fläche zwei verschiedene Regionen dar. Die hintere ist glatt, mit sanft abgerundeter Fläche, sie setzt sich in eine zur Hinterwand der Nasenhöhle verlaufende dünne Leiste fort. Zum Septum war diese nicht zu verfolgen. Die vordere Region dagegen bietet einen starken kantenartigen Vorsprung dar, der auf den vordersten ungewundenen Theil der Muschel sich fortsetzt.

Auch bei der Gans sind durch SCARPA die Verhältnisse der mittleren Muschel genau beschrieben worden. Ihre Windungen sind bedeutender als bei den Hühnern, denn sie bilden $2\frac{1}{2}$ Umgänge. In Fig. 19 habe ich einen senkrechten Durchschnitt dieses Verhaltens dargestellt, und zwar an der in Fig. 17 durch den hinteren Pfeil bezeichneten Stelle. Das hintere Ende der Muschel setzt sich wieder in einen zum Septum verlaufenden Wulst fort (Fig. 17 *c'*), unter dem eine tiefe Bucht empor tritt. Die mediale Fläche der ersten Muschelwindung (vgl. Fig. 17) bietet eigenthümliche Buchtungen und Vertiefungen dar, die sich theilweise auch an dem folgenden Windungsvorgang wiederholen. Diese Verhältnisse der Reliefs sind aus Anpassungen an den

Befund des Septums hervorgegangen nachweisbar. Vor allem ist eine schräge Vertiefung wahrzunehmen, welche einen vorderen oberen Abschnitt der Muschel von einem hinteren und unteren scheidet. Diese Vertiefung ist bedingt durch einen Vorsprung des Septums, in welchem ein starker Trigeminusast — dem Naso-palatinus Scarpae homolog — seine Bahn hat. Da wo der Nerv den Boden der Nasenhöhle erreicht, bildet das Septum den queren zur lateralen Wand tretenden Vorsprung, der das hintere Ende der vorderen Muschel aufnimmt. Dieser bei der Gans sehr hohe Vorsprung — er ist in Fig. 17 weggenommen — tritt zu dem schon vorhin unterschiedenen vorderen Abschnitte der mittleren Muschel empor, und theilt dieselbe wieder in zwei Theile, einen vorderen und hinteren, die durch eine schmalere Strecke zusammenhängen. Der vordere Theil überragt den Querfortsatz des Septums nach vorne, und entspricht damit dem oben für Meleagris und Perdrix angegebenen Abschnitt.

Die mittlere Muschel der Raubvögel ist von ansehnlicher Länge, schräg von vorne nach hinten und abwärts gerichtet. Sie ist $1\frac{1}{2}$ mal oder noch etwas darüber eingerollt. Harwood hat die Windung bei Buteo auf einem Durchschnitte abgebildet. Von Gypogeranus ist ein solcher senkrechter Durchschnitt in Fig. 23 dargestellt. Wie ich bei Buteo, bei Strix und Gypogeranus finde, liegt der vordere Theil der Muschel über und vor dem queren Septalfortsatze, und trägt am Ende eine leichte Auftreibung, die bei Buteo am stärksten ist (Figg. 20. 21. 22. *c''*). Bei Buteo zeigt sich an der Innenfläche der Muschel auf der Mitte der Länge eine Vertiefung, der wieder ein Vorsprung des Septums entspricht. Das hintere Ende der Muschel ist verschmälert und setzt sich mit einer leichten Falte zum Septum fort.

Von anderen Vögeln abweichend ist das Verhalten bei Psittacus. Die Muschel (Fig. 24. *c*) bildet eine sehr dicke von der parietalen Befestigungsstelle abwärts gekrümmte, aber nicht eingerollte Lamelle, deren vorderer gewulsteter Rand abgerundet ist. Diese Lamelle ist nun in der Mitte ihrer Länge tief eingebogen, so dass das vordere und hintere Stück bedeutend medianwärts vorspringt. In die Einbuchtung lagert sich wieder vom Septum her ein querer Fortsatz, der in Fig. 24 und noch vollständiger in Fig. 25 entfernt wurde. Also kommt vor den septalen Querfortsatz ein sehr bedeutender Theil der Muschel zu liegen (*c''*), der dem bei Raubvögeln angedeuteten, bei Hühnern, wie bei der Gans umfänglicheren Abschnitte entspricht. Das hintere Ende der Muschel läuft in eine stark vor und abwärts gebogene Schleimhaut-

falte (Fig. 25. *c''*) aus, die zum Septum hinüberzieht. Hinter dieser Falte liegt eine weite zum Orbitalsinus führende Oeffnung (Fig. 25. *o*).

Bei Picus ist die horizontal gelagerte Muschel, wie bekannt, knöchern. Sie ist von geringer Grösse und einmal eingerollt. Der quere Septalfortsatz bedingt hinter der Mitte ihrer Länge eine leichte Einbuchtung von unten her (vgl. Figg. 26 u. 27. *c*). Das hintere Ende läuft schräg gegen die Choane aus, ohne einen zum Septum gelangenden Vorsprung zu bilden.

Bei Caprimulgus erscheint die Muschel (Fig. 28. *cc*) von bedeutender Länge, und zerfällt in einen vorderen und hinteren Abschnitt, beide durch eine Einbuchtung von oben her getrennt. Dicht hinter dieser Bucht setzt sich die obere Muschel mit dem hinteren Abschnitte der mittleren in Verbindung. Sie ist einmal eingerollt.

Kürzer, aber in der Windung mit Caprimulgus gleich, ist die mittlere Muschel von Podargus (Fig. 29. *c*). Am vorderen Ende ist eine böckerförmige Auftreibung bemerkbar (Fig. 29. *c'*) und ähnlich setzt sich auch am hinteren Ende ein Vorsprung ab. Eine Umschlagestelle zum Septum ist ebensowenig wie bei Caprimulgus bemerkbar.

Bedeutender gewunden ist die mittlere Muschel bei Corvus (Figg. 31. 32. *c*). Der hintere Abschnitt derselben ist etwas gegen die Choane herabgesenkt in einen stumpfen Vorsprung auslaufend, und setzt sich in eine zur hinteren Nasenhöhlenwand tretende Hautfalte fort, also wieder nicht direct ans Septum. Ziemlich hoch über dieser abwärts vorstehenden Schleimhautfalte findet sich eine oben von einem vorspringenden Rande begrenzte Querspalte, die zu dem mehrerwähnten Luftbehälter führt.

Hintere oder obere Muschel. Der durch die Endverbreitung des Riechnerven wichtige hintere und obere Theil der Nasenhöhle ist bei Columba durch keine Vorsprungsbildung ausgezeichnet, wird vielmehr nur durch eine von der mittleren Muschel aus nach oben und seitlich sich erstreckende Vertiefung der Nasenhöhlenwand vorgestellt. Man wird daher sagen dürfen, dass der Taube eine obere Muschel fehlt, da man unter der Bezeichnung »Nasenmuschel« doch einmal einen Vorsprung sich denkt. Mit dieser Angabe stehe ich im Widerspruch mit M. Schultze[1], der die obere Muschel bei »Hühnern, Tauben, Enten, Gänsen«, als sehr gross angiebt. Ich glaube, dass dabei M. Schultze das, was ich nur als mittlere Muschel auffassen durfte, als obere gedeutet hat. Vielleicht ist hiermit auch das von Schultze gefundene Factum in Zusammenhang zu bringen, dass der

1) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, Halle 1862. S. 42.

Geruchsnerv sich nicht über die ganze Muschel verbreite, und dass der »untere Rand« davon frei bleibe, was sehr leicht bei Tauben zu constatiren sei. Jener »untere Rand« ist nun das, was ich als mittlere Muschel bezeichnen muss, da unterhalb derselben, oder vielmehr vor ihm, nur noch eine einzige Muschelbildung besteht.

Bei fast allen den übrigen untersuchten Vögeln ist dagegen eine vor der knorpeligen Wand der Nasenhöhle gebildete Einragung vorhanden, die seit SCARPA als obere Muschel bezeichnet wurde. Sie ist bei den Hühnern ein rundlicher oder auch unregelmässig gestellter Vorsprung mit stark gewölbter Oberfläche (Figg. 11. 12. 14. *b*).

Bei Numenius ist sie mehr dreieckig gestaltet, und bei der Gans findet sich an der nach vorne gerichteten Basis des Dreieckes eine Einbuchtung, woraus die Form resultirt, die von SCARPA als glockenförmig bezeichnet und von vielen Autoren bei der Beschreibung dieses Theiles zu Grunde gelegt wurde. In dreieckiger Form einen nach unten von der mittleren Muschel abgegrenzten Raum des Grundes der Nasenhöhle einnehmend, erscheint sie bei den Raubvögeln; der bedeutendste Vorsprung der Muschel liegt hier am vorderen Rande, besonders bei Strix, wo sie eine von hinten nach vorne ragende schräge Wölbung bildet (Figg. 20. 21. 22. *b*). Unansehnlich ist die Muschel bei Picus (Fig. 26. *b*), nur als schwacher, etwas gebogener Vorsprung erscheinend; und bei Psittacus finde ich gar nichts auf eine hintere Muschel beziehbares differenzirt.

Dagegen ist sie von bedeutendem Umfange bei Caprimulgus und Podargus, in beiden fast horizontal über der mittleren Muschel gelegen, mit der sie bei ersterer Gattung an einer Stelle zusammenhängt. Diese Lage rechtfertigt hier die Bezeichnung: obere Muschel. Bei Podargus verläuft über sie eine horizontale Querfurche.

Als einen ganz unansehnlichen abgerundeten Vorsprung finde ich die hintere Muschel bei Corvus (Fig. 31. *b*). Er liegt direct an der oberen, hinteren und seitlichen Wand der Nasenhöhle, und wird am besten bei Oeffnen der letzteren von oben her sichtbar gemacht. In Fig. 32 ist ein solches Präparat abgebildet. Bei Sturnus finde ich die bei Corvus rudimentäre hintere Muschel viel bedeutender ausgebildet, sie wird aber, da sie vom Nasenhöhlengrunde etwas entfernt liegt, von der mittleren Muschel theilweise bedeckt. Dass sie den verwandten Singvögeln fehlt, hat M. SCHULTZE angegeben, der sie bei Sylvia, Troglodites, Fringilla und Pyrgita vermisste. Dagegen finde ich sie bei Turdus und Cinclus, bei ersterer sogar als recht deutlichen Höcker und im Verhältniss zur Krähe viel stärker. Auch

bei Muscicapa (M. glareola) ist sie unterscheidbar, und auch bei Alauda. Dagegen vermisse ich sie ebenfalls bei Pyrgita.

Die obere Muschel ist somit kein ganz constantes Gebilde, sie ist nicht blos in verschiedenem Grade entwickelt, sondern sie fehlt auch in einigen Abtheilungen der Vögel gänzlich. Der bei der Gans vorhandene Formzustand des Gebildes, von dem die durch Scarpa gegebene Beschreibung eine allgemeine Aufnahme fand, ist keineswegs so verbreitet, dass man ihn als für die Classe charakteristisch ansehen könnte. Allgemein ist dagegen die Beziehung der Muschel zu einem luftführenden Sinus, dessen oben bereits mehrfach Erwähnung geschah. Dieser im vorderen Orbitalraume gelegene Sinus communicirt nämlich mit dem Binnenraum der hinteren Muschel. Vom Huhn habe ich diese Verbindung in Fig. 13 abgebildet. Bei der Gans hat schon Scarpa diese Beziehung beschrieben, so dass ich darauf hinweisen darf. Bei andern Vögeln, schon beim Huhn, ist die Communication einfacher. Im einzelnen bestehen zahlreiche Verschiedenheiten, die für unsere Zwecke untergeordnet sind. Jener Orbitalsinus steht einerseits im Zusammenhang mit den mannichfach gestalteten Räumen des Oberkiefers, sowie er sich andererseits mit der Nasenhöhle in Verbindung zeigt. Die Communication mit der Nasenhöhle liegt stets am Grunde der letzteren, bald höher, bald tiefer. Ich habe sie mehrfach oben hervorgehoben.

Durch die Communication mit dem Orbitalsinus wird die hintere Muschel zu einer Einbuchtung der Nasenhöhlenwand. Dadurch entfernt sie sich sehr weit von dem Verhalten der mittleren Muschel, erscheint als ein ganz anderes Gebilde, welches mit derselben nur ganz allgemein die Vorsprungsbildung in die Nasenhöhle theilt. Wenn wir aber als »Nasenmuschel« nicht eine blosse Einbuchtung der Wand der Nasenhöhle bezeichnen, sondern jenen Begriff nur auf eine von der Wand her entspringende, selbständige, von einer einfachen Fortsetzung des Skeletes der Wand gestützte Einragung in Anwendung bringen, so kann er auf das als hintere oder obere Muschel bezeichnete Gebilde keine Anwendung finden, und jenes Gebilde erscheint damit als etwas Neues. Will man aber die Bezeichnung »Muschel« auf eine Vorsprungsbildung der Nasenhöhle im Allgemeinen übertragen, gleichviel wie die Wand der Nasenhöhle sich dazu verhält, so können auch noch andere Theile darauf Anspruch machen und der Begriff büsst an seiner Bestimmtheit ein und geht verloren. Sohin entsteht die Nöthigung, jenen oberen hinteren Vorsprung von den Muschelbildungen der Nasenhöhle zu sondern, wovon die Bezeichnung »Riechhügel«, die sich

zugleich auf sein Verhalten zum Olfactorius bezieht, Ausdruck geben kann.

III. Für die Vergleichung der vorgeführten Thatsachen ist es nothwendig das Gemeinsame erst innerhalb der einzelnen Abtheilungen aufzudecken. Bei den Reptilien wird in dieser Beziehung das Verhalten der Eidechsen und der Schlangen das am meisten übereinstimmende sein. Sie besitzen ein unzweifelhaft als »Muschel« aufzufassendes Gebilde, an dem die oben aufgestellten Kriterien nachgewiesen sind. Anders verhalten sich die Schildkröten. Obschon der Binnenraum der Nasenhöhle viel complicirter ist, erscheint die Bildung einer Muschel weniger deutlich. Sie nimmt im Verhältniss zu Eidechsen und Schlangen eine niedere Stufe ein, und befindet sich somit dem Stadium der Indifferenz näher. Wir gewahren jedoch dabei noch ein anderes den Eidechsen und Schlangen verschiedenes Verhalten. Während bei letzteren die Muschel hinten abgegrenzt war, und sich nicht median am Nasenhöhlengrund zum Septum hinüberzog, geht der bei Chelonia als Muschel aufzufassende Vorsprung von der lateralen Wand zum Septum (Fig. 2. *C*) herüber. Durch diese Eigenthümlichkeit wird, bei aller sonstigen Indifferenz dieses Gebildes, doch eine nähere Verbindung mit der Muschel der Eidechsen und Schlangen nicht wohl herzustellen sein, vielmehr ergiebt sich daraus eine, wenn auch entferntere Beziehung zu den Vögeln, deren mittlere Muschel bei mehreren Abtheilungen jene Verbindung mit dem Septum besitzt.

Wie einerseits die Schildkröten, so weichen andrerseits die Crocodile im Verhalten ihrer Muscheln von Schlangen und Eidechsen ab. Die Verschiedenheit löst sich jedoch sobald wir jene Muscheln, wie es oben geschah, näher prüfen. Aus dieser Untersuchung ging hervor, dass die sogenannte hintere Muschel (Fig. 6. *D*) eine andere Bildung ist als die vordere (*C*), und dass erstere gar nicht als Muschel bezeichnet werden kann, sobald wir an den Begriff Muschel die Vorstellung einer einfachen frei in die Nasenhöhle ragenden Lamelle knüpfen, die terminal sich verschieden verhalten kann. Die hintere Muschel der Crocodile ist k e i n e s o l c h e f r e i e i n r a g e n d e L a m e l l e, sie ist eine A u s b u c h t u n g d e r k n o r p e l i g e n W a n d d e r N a s e n h ö h l e und wie auch immer diese Ausbuchtung bei blosser Betrachtung von der medialen Fläche einer Nasenmuschel ähnlich sein mag, so erweist sie sich doch sofort als etwas anderes. Somit bleibt für die Crocodile nur ein einziges Gebilde übrig, das den Namen einer Muschel verdient, und dieses ist es, welches wir der Muschel der anderen Reptilien als homolog betrachten dürfen.

Daher kann der Satz aufgestellt werden, **dass der Nasenhöhle der Reptilien nur eine einzige Muschel zukomme**, die bei Schildkröten den indifferentesten Zustand aufweist, bei Eidechsen und Schlangen selbständiger wird, und bei Crocodilen noch weiter sich complicirt. Bei den letzteren ist die bedeutende Längenausdehnung der Nasenhöhle von anderen Einragungen begleitet, die den Muschelbildungen fremd sind. In den vorderen Raum wölbt sich von oben her die Knorpelwand der Nasenhöhle ein (Fig. 6. *c*); in den hinteren buchtet sich ein von der Knorpelwand der Nasenhöhle umschlossener Sinus vor (*D*), der zugleich nach aussen vor der eigentlichen Muschel (*C*), immer in der Wand der Nasenhöhle weit nach vorne zieht.

Es handelt sich nun um die Vergleichung dieser Befunde mit den Muscheln der Vögel. Dass die sogenannte obere oder hintere Muschel der Vögel keine wahre Muschel ist, habe ich oben dargethan. Sie wurde als Riechhügel bezeichnet. Indem sie als eine Ausbuchtung eines ausserhalb der Nasenhöhle gelegenen, aber mit dieser communicirenden Sinus erklärt wurde, könnte man auf den Gedanken kommen sie mit der Pseudoconcha der Crocodile zu vergleichen und sie dieser für homolog zu halten. Zu letzterem kann die Vergleichung dieser Theile von der medialen Fläche her verleiten. Dagegen erheben sich jedoch wichtige Bedenken. Erstlich ist der Sinus in der Pseudoconcha der Crocodile überall von Knorpel umwandet, er liegt in der Knorpelwand der Nasenhöhle selbst, ist somit keine blosse Einbuchtung jener Knorpelwand von aussen her, wie der Riechhügel der Vögel es ist. Zweitens communicirt der Sinus der Pseudoconcha direct mit der Nasenhöhle und nicht, wie der Binnenraum des Riechhügels der Vögel, mit einem ausserhalb der Nasenhöhle gelegenen Sinus. Daraus geht die Unzulässigkeit einer Homologie hervor, die man zwischen jenen Gebilden aufstellen möchte. Man wird also beide auf sehr verschiedene Weise zu Stande gekommenen Gebilde von einander sofort zu sondern haben.

Es bestehen bei den Vögeln nach Elimination des Riechhügels noch zwei Muscheln. Von diesen wird sich fragen, welche der Muschel der Reptilien entspricht. Auch hierauf ist die Antwort nicht schwer zu finden. Prüfen wir zunächst die vordere oder untere Muschel. Wir finden sie keineswegs allgemein vorhanden. Sie fehlte bei Podargus, und war bei Gypogeranus kaum angedeutet. Sonst gab sie sich als eine von der lateralen Wand der Nasenhöhle sch[illegible]g zum Septum herüberziehende Bildung kund, die durch dieses Verhalten mit dem Boden der Nasenhöh[illegible]g stand. Dieses Verhältniss darf nicht über-

sehen werden, wenn auch fast immer der ansehnlichste Theil dieser Muschel von der lateralen Wand vorspringt, und mit diesem Abschnitte am meisten muschelartig gestaltet ins Auge fällt. Bei Columba ist diese Beziehung zum Boden der Nasenhöhle durch die geringe Ausbildung eines muschelartigen Zustandes recht deutlich. Der Boden des von dieser Muschel eingenommenen Raumes der Nasenhöhle liegt stets in einem anderen Niveau als der dahinter befindliche, welcher höher gelagert ist. Die untere oder vordere Muschel grenzt also einen Theil des Binnenraumes der Nasenhöhle ab. Dieser vordere Raum ist ferner durch seine Epitheldecke vom hinteren verschieden. Er trägt wie die in ihn einragende vordere Muschel Pflasterepithel.

Auf solche Eigenthümlichkeiten, welche den vorderen Nasenhöhlenraum vom hinteren sondern, gründet sich die Anforderung ihn auch als einen besonderen Theil der gesammten Cavität aufzufassen. Ich bezeichne ihn demgemäss als Vorhof der Nasenhöhle, die darin befindliche Vorsprungsbildung als Vorhofsmuschel[1]). Bei den Reptilien fehlt ein solcher Abschnitt der Nasenhöhle. Dem entspricht der Mangel einer Vorhofsmuschel. Wenn der Vorhof sammt seiner Muschel den Reptilien fehlt, und in dieser Hinsicht eine bei den Vögeln auftretende Neubildung ist, so bleibt nur noch eine einzige Muschel übrig, die mit jener der Reptilien verglichen werden kann.

Somit wird die bisher als mittlere Muschel bezeichnete Bildung die einzige, wirkliche Muschel der eigentlichen Nasenhöhle der Vögel sein. Diese Muschel stimmt in allen wesentlichen Punkten mit jener der Reptilien, bleibt selten (Tauben) so einfach wie dort, vergrössert sich meist bedeutend, und rollt sich dann spiralig ein, bis zu mehr als $2^1/_2$ Umgängen. Diese Muschel ist also das mit den Reptilien gemeinsame, somit das ältere Gebilde. Vor ihr tritt in einem gesonderten Raume der Nasenhöhle, dem Vorhofe, noch eine andere muschelartige Bildung auf, die Vorhofsmuschel, und hinter ihr erscheint eine Einragung der hintern und oberen Nasenhöhlenwand, auf der, wie in dem entsprechenden Abschnitte des Septums, der Olfactorius sich ausbreitet.

Wie verhält sich die Nasenmuschel der Vögel zu den drei Muscheln der Säugethiere, oder: welche jener drei Muscheln entspricht jener der Vögel? Diese Frage ist etwas schwieriger zu beantworten, da aus den Beziehungen zu einer bestimmten Localität der Nasenhöhle kein Anhaltepunkt zu gewinnen ist. Die Erwägung, dass die differenzirteste der drei Muscheln die älteste und damit ererbte Bildung sein wird, führt uns zur unteren Muschel. Sie bildet nicht blos sehr häufig

1) Auch W. K. PARKER unterscheidet diese Muschel als eine besondere Bildung.

den durch Ramification complicirtesten Theil jener Gebilde, sondern übertrifft auch da, wo sie im Vergleiche zu der mittleren Muschel einfacher sich verhält, diese an Ausdehnung. Es besteht also Grund in der unteren Muschel das Homologon der Muschel der Vögel und der Reptilien zu sehen, und unter den letzteren bieten die Crocodile in der Theilung der Lamelle der Muschel etwas nähere Beziehungen zu den Säugethieren.

Ein fernerer Stützpunkt dieser Vergleichung ist in der Ausmündung des Thränennasenganges zu finden, die bei den Vögeln unterhalb der sogenannten mittleren Muschel, bei den Säugethieren unterhalb der unteren Muschel sich trifft. Daraus ergiebt sich zugleich ein gewichtiger Grund gegen die Zusammenstellung der Vorhofsmuschel der Vögel mit der unteren Muschel der Säugethiere.

Aus der Homologie der unteren Muschel der Säugethiere mit der Nasenmuschel der Amphibien und Vögel ergiebt sich für die beiden oberen Muscheln der Säugethiere die Annahme einer Neubildung im Vergleiche zu den niederen Abtheilungen. Das Auftreten dieses Theils ist von einer Vergrösserung des Binnenraums der Nasenhöhle nach hinten und oben begleitet, wenn man an der Ursprungsstelle der unteren Muschel den Indifferenzpunkt annimmt. Bei den Vögeln dagegen ist unter derselben Voraussetzung ausser einer geringen Ausdehnung des Cavum nasi nach hinten und oben noch eine Ausdehnung gegen die äussere Oeffnung zu vorhanden, wodurch ein besonderer den Säugethieren fehlender Abschnitt als Vorhofsraum der Nasenhöhle entsteht.

Jena, Mai 1871.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Senkrechter Medianschnitt durch den Vordertheil des Kopfes von Chelonia cauana.

Das Septum nasale ist eine Strecke weit entfernt, so dass der Binnenraum eines Theiles der Nasenhöhle frei gelegt ist.

Fig. 2. Dasselbe Präparat, an welchem der Binnenraum vollständiger blosgelegt, und der zur Choane führende hintere Nasengang geöffnet ward.

Für beide Figuren gilt

O äussere Nasenöffnung mit dem durch punctirte Linien abgegrenzten Eingang in die Nasenhöhle.

ol Olfactorius.

Ch C

dn hinterer Nasengang,
K Knorpel der Nasenhöhlenwand.
mn schräge Leiste, welche einen vorderen Raum der Nasenhöhle von oben her abgrenzt (in Fig. 2 theilweise abgetragen).
rs Obere Ausbuchtung } des vorderen Raumes.
ri Untere Ausbuchtung } des vorderen Raumes.
N Innere Riechgrube.
C Nasenmuschel.

Fig. 3. Dasselbe Präparat von Lacerta ocellata.
c Muschel.

Fig. 4. Senkrechter Medianschnitt durch den Vordertheil des Kopfes von Uromastix spinipes. Das Septum nasi ist theilweise entfernt.
c Muschel.

Fig. 5. Dasselbe Präparat von Boa constrictor. Das Septum nasi ist ganz entfernt.
a Vordere seitliche Ausbuchtung der Nasenhöhle, zur äusseren Oeffnung führend.
c Muschel.
b Hinteres freies Ende derselben.
ch Choane.

Fig. 6. Dasselbe Präparat von Alligator lucius mit vollständig entfernter Nasenscheidewand.
O Aeussere Nasenöffnung. Der Schliessmuskel sowie reiches Schwellgewebe ist durchschnitten.
a Vordere Erweiterung des Naseneinganges.
b Vorderer Nasengang.
c Von oben her einragendes Knorpeldach.
C Muschel.
D Pseudoconcha.
e Bucht.
dn Hinterer Nasengang.
mx Sinus maxillaris.

Fig. 7. Senkrechter Querschnitt durch dasselbe Präparat in der Richtung der in Fig. 6 von *C* ausgehenden Führungslinie.
C Einfache Lamelle der Muschel, die sich in *C'* und *C''* spaltet.
D Pseudoconcha.
E aus dem Binnenraum derselben führender Canal.
F Sinus der Pseudoconcha.
dn Hinterer Nasengang.

Tafel II.

Die Figg. 8, 12, 14, 16, 17 sind Medianschnitte durch die Nasenregion des Kopfes.

Fig. 8. Columba livia domestica.
Fig. 9. Senkrechter Querschnitt in die Führungslinie von *c* in Fig. 8.
Fig. 10. Nasenhöhle von Columba livia domestica von oben her geöffnet.
Fig. 11. Dasselbe von Gallus domesticus.
Fig. 12. Gallus domesticus.

Fig. 13. Senkrechter Querschnitt durch die Nasenhöhe von Gallus domesticus. 2fach vergrössert.
Fig. 14. Meleagris gallopavo.
Fig. 15. Senkrechter Querschnitt durch den Nasenvorhof von Meleagris.
Fig. 16. Numenius phaeopus.
Fig. 17. Anser domesticus.
Fig. 18. Senkrechter Querschnitt durch den Nasenvorhof von Anser domesticus.
Fig. 19. Senkrechter Querschnitt durch die Nasenhöhle von Anser domesticus.

Bezeichnung aller Figuren.

a Vorhofsmuschel (vordere Muschel).
a' Septaler Theil derselben.
b Riechhügel (hintere oder obere Muschel).
C Nasenmuschel (mittlere Muschel).
c' Hinteres, septales Ende } derselben.
c'' vorderes Ende } derselben.
d Decklamelle des Naseneinganges.
e Naseneingang.
o Communication der Nasenhöhle mit Luftbehältern des Kopfes.
s Naseuscheidewand.
f Vorspringende Lamelle des Unterrandes des Naseneinganges.
l Mündung des Thränennasenganges.

Tafel III.

Figg. 20, 22, 24, 26, 28, 31 sind Medianschnitte durch die Nasenregion des Kopfes.
Fig. 20. Buteo vulgaris.
Fig. 21. Strix passerina.
Fig. 22. Gypogeranus secretarius.
Fig. 23. Senkrechter Querschnitt durch die Nasenhöhle desselben.
Fig. 24. Psittacus erythacus.
Fig. 25. Dasselbe Präparat nach Entfernung des Daches der Nasenhöhle.
Fig. 26. Picus viridis.
Fig. 27. Senkrechter Querschnitt durch die Nasenhöhle desselben in der Richtung der in Fig. 26 von *C* ausgehenden Führungslinie.
Fig. 28. Caprimulgns europaeus.
Fig. 29. Podargus Cuvieri.
Fig. 30. Sturnus vulgaris.
Fig. 31. Corvus corone.
Fig. 32. Senkrechter Querschnitt durch die Nasenhöhle desselben.
Fig. 33. Nasenhöhle und linkerseits auch Nasenvorhof von Corvus corone von oben her geöffnet.

Die Bezeichnungen der Figurentheile entsprechen jenen für die vorhergehende Tafel.

g (in Fig. 24) Gelenk.

Bestaubungsversuche an Abutilon-Arten.

Von

Fritz Müller.

Pflanzen, deren eigener Blüthenstaub keine Befruchtung bewirkt, sind besonders bequem zu Bastardirungsversuchen. Das oft so mühsame und häufig nicht ohne schwere Verletzung der Blumen auszuführende Entfernen der Staubbeutel ist bei ihnen nicht nöthig; es genügt die Zufuhr fremden Blüthenstaubes abzuhalten. Ich wählte daher für eine Reihe von Versuchen, durch die ich aus eigener Erfahrung die Gesetze der Bastarderzeugung im Pflanzenreiche kennen zu lernen beabsichtigte, zunächst mehrere selbst unfruchtbare (»self-sterile« Darwin) Arten der Gattung Abutilon.

Die Ergebnisse, welche die Versuche des vorigen Jahres in Bezug auf Samenertrag lieferten, will ich im Folgenden kurz besprechen, — nicht weil ich denselben einen besonderen Werth beilege, sondern weil ich hoffe, dadurch auch Andere anzuregen zu Versuchen über die mannichfachen Fragen, die sich dabei aufdrängen.

Meine Bestaubungsversuche wurden angestellt:

1) an einem Abutilon vom oberen Capivary, das mir in Kew als verwandt mit Ab. virens bestimmt wurde;

2) an einem hier in Gärten öfter zu findenden Abutilon, das mir ein deutscher Gärtner als Ab. striatum bezeichnete;

3) an einem Bastarde dieser beiden Arten, dessen Mutter das Capivary-Abutilon, dessen Vater das Ab. striatum ist, welchem letzteren es in Wuchs, Blatt und Blüthe weit ähnlicher ist, als der Mutter;

4) an einem am Ufer des Itajahy häufigen Abutilon mit schmalem lanzetförmigem Blatte und rother Blüthe, das von den Brasilianern Embira branca (»weisser Bast«) genannt wird.

Ausser dem Blüthenstaube dieser Arten kam zur Verwendung:

5) Blüthenstaub einer weissblühenden Pflanze der Embira branca, die auch durch kleinere Blüthen und 11- bis 12fächrige Früchte (bei der rothblühenden Form meist 14—16 fächrig) sich auszeichnete. Meine Kinder fanden eine einzige Pflanze zwischen der gewöhnlichen rothblühenden Form am Rio do Testo, einem Nebenflusse des Itajahy.

6) Blüthenstaub eines schönen baumartigen Abutilon mit über mannshohem Stamme und tiefgelappten Blättern, von dem ich eine einzige Pflanze etwa 5 Stunden von hier (am Pocinho) nicht weit vom Ufer des Itajahy fand.

7) Blüthenstaub des Abutilon vexillarium, von dem ich eine Blüthe aus dem Garten des Dr. Blumenau erhielt.

Die Zahl der Fächer ist bei den Früchten dieser verschiedenen Arten sehr unbeständig, daher giebt die Zahl der Samen in der ganzen Frucht kein passendes Maass der Fruchtbarkeit. Bei voller Fruchtbarkeit d. h. wenn alle Eichen sich zu guten Samen entwickelten, würde eine 8fächrige Frucht des Capivary-Abutilon 64 bis 72, eine 11 fächrige 88 bis 99 Samen enthalten; eine 8fächrige Frucht mit 60 Samen nähert sich also der vollen Fruchtbarkeit weit mehr, als eine 11 fächrige mit gleicher Samenzahl; erstere hätte durchschnittlich 7,5, letztere nur 5,5 Samen in einem Fache. Diese Durchschnittszahl, die man erhält, indem man die Zahl der Samen durch die Zahl der Fächer theilt, ist für diese Pflanzen das passendste Maass der Fruchtbarkeit.

Die Früchte des Abutilon werden hier oft von kleinen, in ihrem Innern lebenden Raupen heimgesucht; fressen dieselben eine grössere Zahl von Fächern aus, so fällt die Frucht gewöhnlich kurz vor der Reife ab; wo nur wenige, 1, 2 oder höchstens 3 Fächer ausgefressen waren, habe ich die Gesammtzahl der Samen nach der Zahl derer berechnet, die in den unversehrten Fächern sich fanden, also z. B. für eine 10fächrige Frucht, die in 8 unversehrten Fächern 44 Samen enthielt, $\frac{10.44}{8} = 55$ Samen angenommen.

I. Abutilon vom Capivary.

Zu Versuchen dienten 6 Pflanzen. Vier derselben (I, II, III, IV) sind Geschwister, d. h. stammen von Samen ein und derselben Frucht, die ich im Mai 1868 am Capivary pflückte. Die Pflanze V hat die Pflanze II zur Mutter; der Vater, sowie die Eltern der Pflanze IV, die ebenfalls aus Samen jener einen Frucht gezogen waren, sind durch eine Ueberschwemmung zerstört worden. Der Vater von V war Mutter von VI.

Die Eigenschaft, mit eigenem Blüthenstaube völlig unfruchtbar zu sein, hatte ich schon früher an all diesen Pflanzen durch Versuche festgestellt; deshalb fehlen solche Versuche fast ganz unter den nachstehend aufgeführten. Wie unbestaubte Blüthen fallen solche, die mit Blüthenstaub desselben Stockes bestaubt wurden, je nach Wetter und Jahreszeit 4 bis 7 Tage nach dem Aufblühen sammt dem oberen Theile des Blüthenstieles ab.

In Betreff der Bestaubung sei erwähnt, dass deren einzige natürliche Vermittler während der Dauer der Versuche (4. Juli bis 4. October) die Kolibris waren, denen überhaupt für unsere Winterflora fast ausschliesslich dieses Geschäft obliegt. Indem diese von unten her ihren Schnabel in die hängenden Blumenglocken stecken, wird ihr Kopf mit dem leicht ausfallenden Blüthenstaube überstreut, den sie dann an die abwärts gerichteten, über die Staubgefässe mehr oder weniger weit vorstehenden Narben der zunächst besuchten Blumen wischen. — Zu anderen Zeiten habe ich auch, doch nur selten, einen grossen gelben Schmetterling aus der Familie der Pieriden, an den Blumen dieses Abutilon gesehen. Bei der künstlichen Bestaubung wurden (wie auch bei den übrigen Arten) gewöhnlich die ganzen Blumen benutzt, um unmittelbar mit ihren Staubbeuteln die Narben zu betupfen; des Pinsels bediente ich mich nur, wenn die den Blüthenstaub liefernde Blüthe selbst bestaubt werden sollte, also nicht abgeschnitten werden durfte. Zum Schutze der bestaubten Blüthen gegen die Kolibris dienten Gazebeutel [1]).

Abutilon vom Capivary I. Bestaubt:	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleinste	Grösste	Mittel
durch Kolibris	24	13	3	76	22,6	0,3	6,9	2,2
mit Ab. Capivary II	10	8	40	68	57,6	5,0	7,0	5,9
mit Ab. striatum	1	0						
mit Ab. Capivary-striatum I	3	1			64			7,1
mit Ab. Capivary-striatum III	1	0						
mit Ab. v. Rio do Testo	5	2	15	27	21,0	1,5	2,5	2,0
mit Ab. vom Pocinho	7	2	41	59	50,0	4,6	5,9	5,2
gleichzeitig mit Ab. Embira und Ab. v. Pocinho	3	2	44	48	46,0	4,8	4,9	4,8

1) Einige der Gazebeutel waren etwas zu enge, so dass sich die Blumenkronen nicht frei genug entfalten konnten; wurden diese Gazebeutel entfernt, so breiteten sich die Blumenkronen weit über das gewöhnliche Maass, fast in eine Ebene aus, während sie ohne vorherige Einengung eine Glocke bilden, deren Höhe grösser ist, als der Halbmesser der Oeffnung.

Abutilon vom Capivary II Bestaubt:	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleinste	Grösste	Mittel
Durch Kolibris	?	21	7	51	26,8	0,8	5,7	2,2
mit Blüthenstaub desselben Stockes	1	0						
mit fremdem Blüthenstaub der eignen Art	17	11	20	54	35,7	2,2	5,4	3,8
mit Ab. striatum	3	2	27	42	34,5	3,0	4,2	3,6
mit Abutilon Capivary-striatum	2	1			26			3,2
mit Ab. Embira	6	3	29	42	33,3	2,9	4,2	3,4
mit Ab. vom Pocinho	7	2	33	37	35,0	3,7	4,1	3,9
Abutilon vom Capivary III								
Durch Kolibris	?	3	11	22	15,7	1,1	2,2	1,6
mit eignem Blüthenstaub	2	0						
mit fremdem Blüthenstaub der eigenen Art	9	7	10	30	23,4	1,1	3,0	2,4
mit Abutilon striatum	3	0						
mit Ab. Capivary-striatum I	1	1			29			2,9
mit Ab. Embira	2	1			24			2,7
Abutilon vom Capivary IV								
mit eigenem Blüthenstaub	1	0						
mit fremdem Blüthenstaub der eigenen Art	2	2	56	66	61,0	6,0	6,2	6,1
mit Abutilon striatum	1	1			47			4,9
mit Ab. Capivary-striatum I	3	2	55	59	57,0	5,5	5,9	5,7
mit Ab. Embira	1	1			61			6,1
mit Ab. vom Pocinho	2	2	12	12	12,0	1,1	1,3	1,2
gleichzeitig mit Ab. striatum und Ab. Embira	1	1			17			1,7
Abutilon vom Capivary V								
Durch Kolibris	?	10	9	58	25,4	4,0	5,9	2,7
mit fremdem Blüthenstaub der eigenen Art	9	8	44	57	49,5	4,4	6,5	5,9
mit Ab. striatum	5	5	32	61	43,2	4,0	6,1	5,0
mit Ab. Capivary-striatum	5	3	56	63	59,0	6,2	6,4	6,3
mit Ab. Embira	5	5	46	58	54,0	5,1	6,4	6,0
mit Ab. vom Pocinho	7	2	60	62	61,0	6,0	6,9	6,4
mit Ab. vexillarium	1	1			17			1,7
gleichzeitig mit Blüthenstaub der eigenen Art u. mit Ab. Embira	2	2	54	54	54,0	6,7	6,7	6,7
gleichzeitig mit Ab. Embira und Ab. striatum[1]	1	1			62			6,9

1) Wenn gleichzeitig Blüthenstaub zweier fremden Arten zur Bestaubung ver-

Abutilon vom Capivary VI Bestaubt:	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleinste	Grösste	Mittel
Durch Kolibris	?	18	9	48	22,8	1,0	5,3	2,5
mit Ab. striatum	6	6	47	70	58,9	5,2	7,7	6,7
mit Ab. Capivary-striatum III	1	1 [1]			17			1,7
mit Ab. Capivary-striatum IV.	3	3	60	66	64,0	6,6	6,7	6,6
mit Ab. Embira	3	3	15	50	30,0	1,5	5,6	3,1
mit Ab. vom Pocinho	2	2	24	33	28,5	2,7	3,6	3,2
gleichzeitig mit Blüthenstaub der eigenen Art und Ab. striatum	1	1			62			7,7
gleichzeitig mit Ab. Embira und Ab. striatum	2	2	55	62	58,5	6,9	6,9	6,9
Abutilon vom Capivary I, II, III, IV, V, VI								
Durch Kolibris	?	65	3	76	24,1	0,3	6,9	2,6
mit eignem Blüthenstaub	4	0						
mit fremdem Blüthenstaub der eignen Art	47	36	10	68	42,7	1,1	7,0	4,6
mit Ab. striatum	19	14	17	70	46,8	1,9	7,7	5,3
mit Ab. Capivary-striatum	19	13	26	66	51,9	1,7	7,1	5,5
mit Ab. Embira (einschliesslich des Ab. vom Rio de Testo)	22	14	15	61	37,9	1,5	6,4	3,9
mit Ab. vom Pocinho	25	10	12	62	37,3	1,1	6,9	4,0

Wenn bei diesen Versuchen nur etwa $^2/_3$ der bestaubten Blüthen reife Früchte lieferten, so ist der Ausfall fast einzig den Verwüstungen verschiedener Raupen zuzuschreiben; an dem geringen Fruchtertrag nach Bestaubung mit dem Abutilon vom Pocinho trägt der Umstand Schuld, dass dieselbe während tagelang anhaltenden Regenwetters vorgenommen wurde.

Bemerkenswerth ist nun zunächst der Unterschied in dem Samenertrag der durch künstliche und der durch natürliche Bestaubung erzeug-

---

wandt wurde, wurde die eine Hälfte der Narben mit der einen, die zweite Hälfte mit der zweiten Art bestaubt. Wo gleichzeitig mit Blüthenstaub der eigenen und einer fremden Art bestaubt wurde, wurde eine einzige Narbe mit dem der eigenen Art, alle übrigen mit dem der fremden Art versehen.

1) Diese Frucht hätte eigentlich aus der Tabelle wegbleiben sollen, da ihre Samenarmuth davon herrührt, dass eine ungenügende Menge Blüthenstaubes zur Befruchtung verwandt wurde.

ten Früchte; erstere hatten durchschnittlich 4, 6, letztere 2, 5 Samen im Fach. In der That war aber das Ergebniss der natürlichen Bestaubung durch die Kolibris ein noch weit ungünstigeres, als es hiernach zu sein scheint. Die Pflanzen waren (mit Ausnahme von IV) während der ganzen Dauer der Versuche mit zahlreichen Blüthen bedeckt; (von III. habe ich am 27. August auf einmal 100 Blüthen abgeschnitten, um deren Griffelzahl zu untersuchen); ich entsinne mich nicht eine ältere Blume gesehen zu haben, deren Narben nicht reichlich mit Blüthenstaub bedeckt gewesen wären, und doch fiel die grosse Mehrzahl, wohl wenigstens $^9/_{10}$ ab, ohne überhaupt Frucht anzusetzen. Die Mehrzahl der Früchte war sehr arm an Samen, während einige wenige allerdings in Samenzahl mit den reichsten der durch künstliche Bestaubung erhaltenen Früchte wetteiferten. Nach künstlicher Bestaubung mit fremdem Blüthenstaube dagegen setzten alle Blüthen (mit Ausnahme einiger an der Pflanze III) Frucht an, und fast alle Früchte (wieder die Pflanze III ausgenommen) enthielten reichliche Samen. — Schon bei anderen Pflanzen hatte ich Gärtner's Meinung nicht bestätigt gefunden, dass »künstliche Befruchtung der reinen Arten gewöhnlich eine geringere Samenzahl erzeugt, als die natürliche«. Meine Erfahrungen an Abutilon stehen zu dieser Meinung Gärtner's, der sich auf eine ungeheure Zahl Jahrzehnte hindurch mit bewundernswerthester Ausdauer und Sorgfalt fortgeführter Versuche stützte, in schneidendstem, jedoch leicht zu erklärendem Widerspruch. Gärtner zog seine Versuchspflanzen in Töpfen, brachte sie während der Blüthezeit in ein geschlossenes Zimmer, castrirte sie und — was wohl die Hauptsache ist — verwandte wahrscheinlich häufig Blüthenstaub desselben Stocks zur Bestaubung; darin und nicht in der künstlichen Bestaubung d. h. in dem Umstande, dass statt des Rückens einer Hummel oder eines Schmetterlingsrüssels ein Pinsel zur Uebertragung des Blüthenstaubes diente, dürfte die Ursache des geringeren Ertrags seiner künstlich bestaubten Pflanzen zu suchen sein. — Ebenso leicht erklärt sich der geringe Erfolg der natürlichen Befruchtung bei Abutilon; ist ein Kolibri zu einem blüthenreichen Busche herangeflogen, so pflegt er ihn, wenn nicht gestört, emsig von Blüthe zu Blüthe schwirrend vollständig abzusuchen; ehe er dann einen anderen Busch besucht, pflegt er gewöhnlich einige Zeit auf einem benachbarten Zweig zu rasten, auch wohl inzwischen die Blumen einer anderen Pflanze abzusuchen, (in meinem Garten z. B. die Blüthen einer Manettia, die nahebei an einer Bauhinia rankt oder die leuchtenden Blüthenstände einer Musa coccinea). So werden nur die Blumen, die er von einem anderen Stocke kommend zuerst besucht, eine volle Ladung fremden Staubes erhalten; alle übrigen bekommen Blüthenstaub des eigenen

Stockes, entweder rein oder mit einer mehr oder weniger erheblichen Beimengung fremden Staubes, — letzteren aber, wie der Erfolg zeigt, selten in einer zu vollständiger Befruchtung ausreichenden Menge. Daher nur wenige Früchte und von diesen wieder nur ein kleiner Theil mit reichlichem Samen. Es wäre dabei auch an die Möglichkeit zu denken, dass reichliche Bestaubung mit eigenem die spätere Befruchtung durch fremden Blüthenstaub beeinträchtigt, indem entweder einfach der Zugang zur Narbenoberfläche erschwert, oder auch diese durch längere Einwirkung des eigenen Blüthenstaubes für fremden unempfänglich gemacht wird; wenigstens Letzteres scheint indess kaum der Fall zu sein, soweit ich aus meinen hierauf gerichteten, leider durch die unvermeidlichen Raupen grossentheils vereitelten Versuchen schliessen darf. Für Ersteres scheint das Ergebniss einiger Versuche zu sprechen; so wurden von 2 jungfräulichen frisch aufgeblühten Blumen der Pflanze V. die eine sofort mit fremdem, die andere erst stark mit eigenem und unmittelbar darauf mit fremdem Blüthenstaub bestaubt; erstere gab eine Frucht mit 6,3, letztere mit nur 4,4 Samen im Fach. An der Pflanze II wurden 2 frische Blumen mit Gaze bedeckt, nachdem die eine stark mit Blüthenstaub ihres Stockes bestaubt worden war; fünf Tage später wurden beide mit fremdem Blüthenstaub versehen; die eine, die diesen in jungfräulichem Zustande erhalten hatte, lieferte 4,4, die andere, auf deren Narben zuvor 5 Tage lang eigener Blüthenstaub gelegen hatte, nur 2,2 Samen im Fach.

Weiter ist hervorzuheben die auffallende Verschiedenheit im Samenertrage der Pflanzen I bis IV, die wie gesagt aus Samen einer einzigen wildwachsenden Frucht gezogen sind. Der durchschnittliche Ertrag mit fremdem Blüthenstaub der eigenen Art war bei IV: 6,1 — bei I: 5,9 — bei II: 3,8 — endlich bei III: 2,4 Samen im Fach; die reichsten Früchte von III enthielten durchschnittlich nicht über 3, die ärmsten von I und IV nicht unter 5 und 6 Samen im Fach. — 1869 habe ich von der Pflanze III gar keine Früchte erhalten.[1]) — Also nicht blos bei Bastarden und bei illegitimen Sprösslingen dimorpher und trimorpher Pflanzen, sondern auch bei anderen wildwachsenden reinen Arten kommt es vor, dass aus Samen derselben Frucht gezogene Pflanzen sich sehr erheblich in ihrer Fruchtbarkeit unterscheiden.

---

1) Diese unfruchtbare Pflanze III ist auch sonst vor ihren Geschwistern ausgezeichnet durch etwas kleinere blassere Blumen, durch längere Griffel, die meist schon aus der Knospe hervortreten, und durch kleinere blassere Narben. Sie ist von kräftigem Wuchs, sehr reichblühend und, wie es scheint, besonders lebenszäh, da sie allein zwei grosse Ueberschwemmungen überdauert hat, deren erster mehrere andere an gleichem Orte wachsende Geschwister erlegen sind.

In Bezug auf die Verbindung mit fremden Arten ergab sich, dass bei drei Pflanzen (II, III, V) die eine oder andere fremde Art grösseren, bei einer Pflanze (IV) ebenso hohen Samenertrag lieferte, als die eigene Art; bei einer Pflanze (VI) war keine künstliche Bestaubung mit der eignen Art vorgenommen worden und nur bei einer Pflanze (I) überstieg die Samenzahl in den durch die eigne Art erzeugten Früchten (5,9 Samen im Fach) um etwas die der fruchtbarsten Bastardverbindungen (mit Abutilon vom Pocinho 5,2 Samen).

Der Satz, dass Kreuzung mit fremden Arten immer weniger Samen liefert, als Befruchtung mit der eigenen Art, bestätigte sich also nicht bei obigen Versuchen.

Die drei zur Bestaubung verwandten Arten zeigten in Bezug auf die durch sie erzeugte Samenzahl nicht dieselbe Reihenfolge bei den verschiedenen als weibliche Unterlage dienenden Pflanzen des Capivary-Abutilon. Mit III lieferte Striatum doppelt so viel, mit V noch nicht $1/3$ so viel Samen, wie die beiden anderen Arten. Bei IV war das Verhältniss von Embira und Striatum dasselbe wie bei V, wogegen das Abutilon vom Pocinho, das mit V die reichsten Früchte lieferte, bei IV nur $1/5$ soviel Samen gab als Embira. Bei II war der Ertrag für alle drei Arten ziemlich derselbe. Man vergleiche nachstehende (aus den obigen Tabellen entnommene) Zusammenstellung:

II.	P: 3,9.	— S: 3,6.	— E: 3,4
IV.	E: 6,1.	— S: 1,9.	— P: 1,2
V.	P: 6,4.	— E: 6,1.	— S: 1,9
VI.	S: 6,7.	— P: 3,2.	— E: 3,1

Es scheint also jede einzelne Pflanze ihre eigenthümliche Empfängnissfähigkeit (»Wahlverwandtschaft« Gärtner) für verschiedene fremde Arten zu besitzen. Doch sind die Versuche bei weitem nicht zahlreich genug, um schon jetzt dieses Ergebniss als gesichert betrachten zu dürfen.

Wirksamer, d. h. samenreichere Früchte erzeugend als der Blüthenstaub der eigenen reinen Art erwies sich ebenfalls bei den Pflanzen I, III und V der Blüthenstaub einer Bastardpflanze: Abutilon Capivary-striatum I.

Es würde voreilig sein, aus diesen Ergebnissen den Schluss ziehen zu wollen, dass im Allgemeinen das Abutilon vom Capivary reicheren oder ebenso reichen Samenertrag liefert mit einer Reihe fremder Arten und einem seiner Bastarde, wie mit Pflanzen der eigenen Art. Ich vermuthe dass in letzterem Falle die Fruchtbarkeit meiner Pflanzen hinter der normalen zurückblieb und zwar weil alle meine Pflanzen des Capivary-Abutilon sehr nahe Verwandte sind. Wenigstens aber bieten

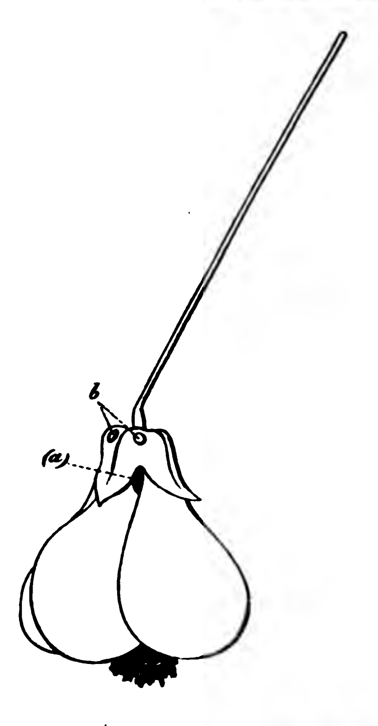
auch diese Versuche einen neuen, allerdings schon ziemlich überflüssigen Beleg dafür, dass die Fruchtbarkeit nicht als untrüglicher Prüfstein der Zusammengehörigkeit verschiedener Pflanzen zur selben Art zu verwerthen ist. Ebenso zeigen sie, dass die Weise in welcher Gärtner (»Bastarderzeugung« S. 204) die »Wahlverwandtschaftsgrade der Arten bei der Bastardbefruchtung« berechnete, indem er das Maximum der bei Bastardbefruchtung erhaltenen Samen mit der mittleren Samenzahl durch »natürliche Befruchtung« an wilden Pflanzen entstandener guter Früchte verglich, ebenso praktisch unbrauchbar sein kann, wie sie theoretisch falsch ist. Soll der Samenertrag durch Blüthenstaub der eigenen und durch den fremder Arten verglichen werden, so ist es, um ein reines Resultat zu erhalten, natürlich unerlässlich, dass alle übrigen Verhältnisse, die möglicherweise jenen Ertrag beeinflussen könnten, in beiden Fällen möglichst gleich seien. Beiderlei Früchte müssen entweder von wildwachsenden oder von im Garten gezogenen, von in freier Luft oder von im Zimmer stehenden Pflanzen, beide von künstlich bestaubten Blumen gewonnen sein; es müssen entweder Maximum mit Maximum oder Mittelwerth mit Mittelwerth verglichen werden; ja es müssen womöglich beiderlei Früchte zu gleicher Zeit an demselben Stocke gereift sein. Wollte man nach Gärtner's Berechnungsweise mit dem mittleren Samenertrag der durch »natürliche Befruchtung« entstandenen Früchte der Pflanze III, (2,4 Samen im Fach), das Maximum der Samen vergleichen, die der Blüthenstaub von Abutilon striatum an der Pflanze II erzeugte, (7,7 Samen im Fach), so würde die Fruchtbarkeit dieser Bastardverbindung über dreimal so gross sein, als die der reinen Art!

Eine letzte befremdende Thatsache ist es, dass bei den Pflanzen V und VI die reichsten Früchte aus denjenigen Blumen hervorgingen, die gleichzeitig mit Blüthenstaub verschiedener Arten bestaubt worden waren. An der Pflanze V z. B. enthielten 5 durch Abutilon striatum erzeugte Früchte durchschnittlich 5,0 und keine mehr als 6,1 Samen; ebenso viel durch Embira erzeugte Früchte durchschnittlich 6,0 und keine mehr als 6,4 Samen im Fach, während eine Blume derselben Pflanze, von deren Narben die eine Hälfte mit Abutilon striatum, die andere mit Embira bestaubt wurde, eine Frucht mit 6,9 Samen im Fache lieferte. — Einen ähnlichen Fall werden wir unten noch einmal wiederfinden. — Weitere Versuche werden entscheiden müssen, ob dieser Samenreichthum nach gleichzeitiger Bestaubung mit zweierlei Blüthenstaub ein blos zufälliger war. Ich bin geneigt, aus unten anzuführenden Gründen, das Gegentheil anzunehmen.

II. Abutilon striatum.

Ein Abutilon, das mir als striatum bezeichnet wurde, findet sich hier bisweilen in Gärten angepflanzt, wo es niemals Früchte trägt. Ich besitze davon drei, aus verschiedenen Gärten stammende Pflanzen, die ebenfalls weder jede für sich, noch mit einander gekreuzt jemals Samen tragen, — ein Beweis, dass alle drei auf ungeschlechtlichem Wege von derselben Mutterpflanze abstammen, nur Theilstücke ein und desselben Stockes sind[1]. Ich betrachte sie daher im Folgenden als eine einzige Pflanze.

Dieses Garten-Abutilon wird ebenso fleissig, wie die einheimischen Arten, von Kolibris besucht, aber nicht durch sie bestaubt. Das verschiedene Verhalten der Kolibris wird bedingt durch einen Umstand, dem man gewiss kaum irgend welche Bedeutung für das Gedeihen der Art beigemessen hätte, und durch den sie doch hier zu fast vollständiger Unfruchtbarkeit verurtheilt ist. Die Kelchzipfel nämlich sind beträchtlich kürzer, als bei dem Abutilon vom Capivary, und so wird es den Kolibris möglich, die Spitze des Schnabels am Grunde der Blume zwischen zwei benachbarten Blumenblättern einzuführen, wobei natürlich Staubbeutel und Narben unberührt bleiben. Den Besuch des Kolibris verrathend bleibt ein kleines Loch an der Stelle, wo derselbe die Blumenblätter auseinandergeschoben hat. (*a* in der beistehenden Figur).



1) »Je l'ai dit et je le répète: on ne juge de la **parenté** que par la fécondité« heisst es in einem Buche, das zu dem Unverdautesten gehört, was gegen Darwin geschrieben wurde. Der berühmte Verfasser würde nach diesem so emphatisch proclamirten Satze meine drei Pflanzen für ebenso viel verschiedene Arten erklären müssen. Ja, streng genommen, müsste er Staubgefässe und Griffel jeder einzelnen Blüthe bei dieser und allen anderen selbst unfruchtbaren Pflanzen als verschiedenen Arten angehörig betrachten. S. Flourens, Examen du livre de M. Darwin. Paris 1864. S. 101.

Ein einziges Mal sahen meine Kinder einen Kolibri von einer grösseren Art, die sonst Abutilon nicht besucht, von unten her an die Blüthen dieser Art heranfliegen. Im September wurden während einiger Wochen zwei meiner Pflanzen von einem Schwarme kleiner schwarzer Honigbienen (Melipona) besucht, die aber ebensowenig Narben und Staubbeutel berührten; sie bissen sich Löcher in den Kelch (*b*), um zu dem Honig zu gelangen. Einige grosse Hummeln, die ich zur selben Zeit an diesen Pflanzen sah, benutzten die von den Bienen gebissenen Löcher. — Obwohl also die eine meiner Pflanzen rings von Arten umgeben war, durch deren Blüthenstaub sie leicht zu befruchten ist, wurde doch nur eine einzige Frucht durch »natürliche Bestaubung« erzeugt.

Abutilon striatum Bestaubt:	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einer Frucht		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleinste	Grösste	Mittel
auf natürlichem Wege	?	1			43			4,8
mit Blüthenstaub der eigenen Art	5	0						
mit Ab. vom Capivary	8 + x	7+63	8	55	37,9	1,0	5,9	4,1
mit Ab. Capivary-striatum I	17	9	25	55	37,5	2,5	5,5	4,2
mit Ab. Capivary-striatum IV	1	1			20			2,2
mit Ab. Embira	15+x	4 + 7	17	45	29,5	1,9	5,6	3,3
mit Ab. vom Pocinho	14	3	21	45	30,7	2,6	5,0	3,7
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary und mit Embira	2	2	17	36	26,5	1,9	4,0	3,0
gleichzeitig mit Ab. vom Pocinho und mit Embira	2	1			32			3,2

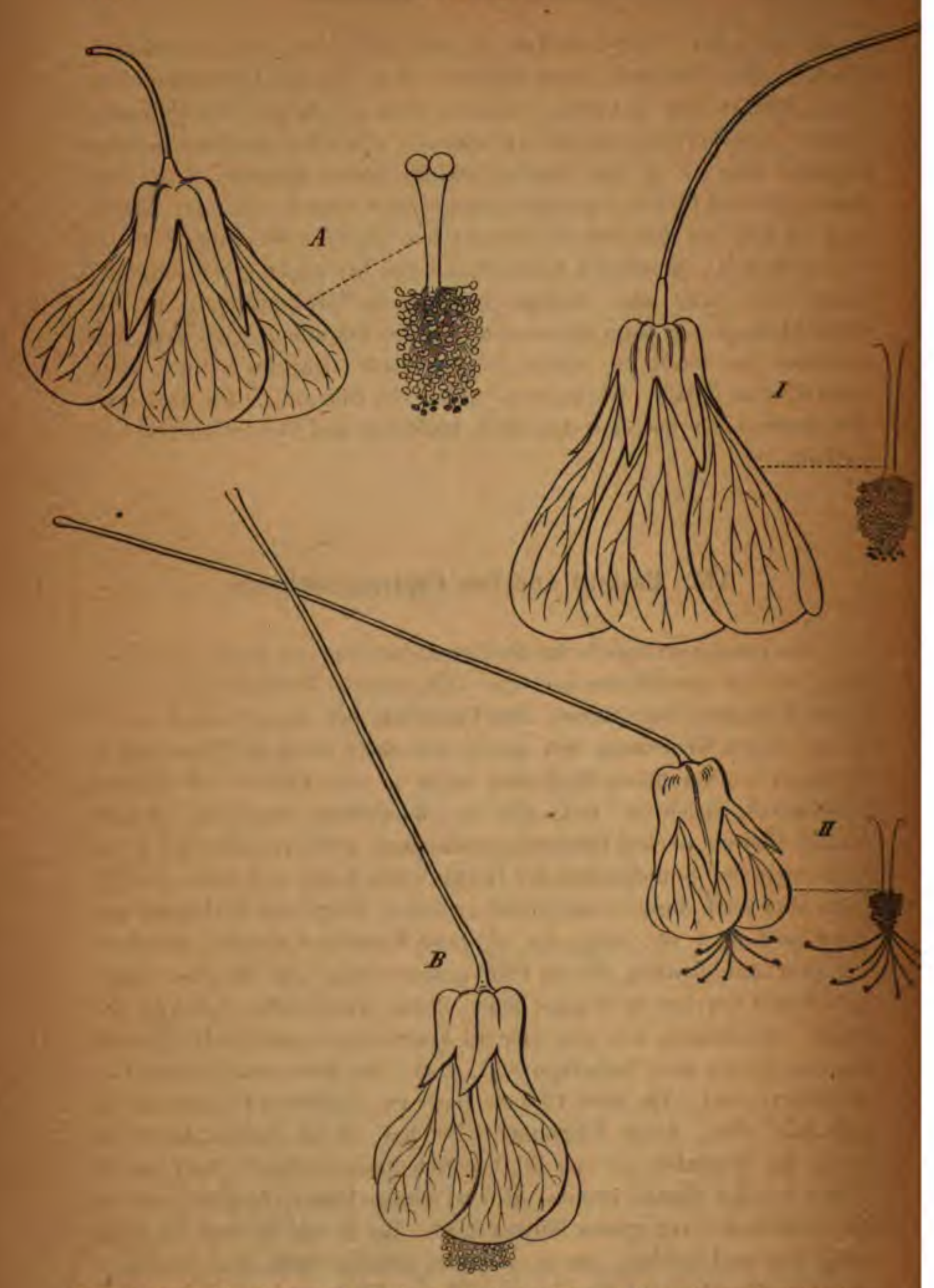
Die einzige Blüthe, die ohne mein Zuthun Frucht ansetzte, war, wie die Aussaat der Samen gezeigt hat, durch Blüthenstaub des Abutilon Embira befruchtet worden. — An zwei Stöcken, die von den übrigen Abutilonpflanzen ziemlich entfernt stehen, und bei denen daher eine (überhaupt kaum jemals stattfindende) Bestaubung durch Kolibris oder Immen nicht zu befürchten stand, wurde eine grosse Zahl Blüthen an dem einen mit Abutilon vom Capivary, an dem anderen mit Embira bestaubt, ohne dass diese (in der Tabelle mit *a* bezeichneten) Blüthen gezeichnet und mit Gaze bedeckt wurden; an ersterem Stocke wurden 63, an dem anderen 7 Früchte geerntet.

Abutilon striatum befruchtet also hier, wie wir bereits sahen und noch weiter sehen werden, fremde Arten und wird von ihnen befruchtet.

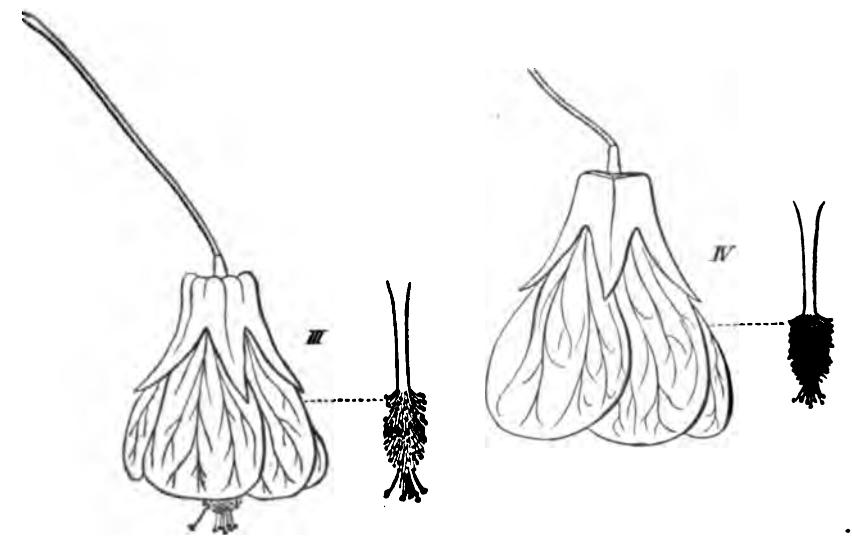
Somit ist seine Unfruchtbarkeit in unseren Gärten nicht dem Klima, sondern dem Umstande zuzuschreiben, dass wir nur Theile einer einzigen Pflanze hier besitzen. Dasselbe mag der Grund der Unfruchtbarkeit mancher anderen stets auf ungeschlechtlichem Wege vermehrten Pflanzen sein, z. B. des Ingwers und der süssen Bataten, deren Blüthenstaub und Eichen regelmässig ausgebildet zu sein scheinen. Ebenso mag es sich bei manchen in europäischen Gärten unfruchtbaren Pflanzen verhalten. In anderen Fällen findet sich bei solchen Pflanzen allerdings eine mehr oder weniger bedeutende Verkümmerung der Geschlechtstheile; so beim Arrow-root, dessen Staubbeutel ich stets vollkommen leer fand. Ja, einige scheinen sich sogar des Blühens völlig entwöhnt zu haben, wie mehrere Arten von Dioscorea. Die Varietäten des Zuckerrohrs hat man danach in blühende und nicht blühende eingetheilt.

III. Bastard Abutilon Capivary-striatum.

Ein grösseres Gewicht für die Unterscheidung von Arten und Varietäten als der unvollkommnen oder vollkommnen Fruchtbarkeit bei der ersten Kreuzung legt Gärtner dem Umstande bei, dass Arten-Bastarde in der ersten Generation fast immer nur einen einzigen Typus zeigen, während bei Varietäten-Bastarden kaum je eine Pflanze der anderen vollkommen gleich ist. Dass dies im Allgemeinen richtig ist, ist nach den so überaus reichen Erfahrungen Gärtner's nicht zu bezweifeln, wie es ja auch vom Standpunkte der Darwin'schen Lehre sich leicht erklärt. Dass aber auch dieser Unterschied zwischen Arten und Varietäten kein durchgreifender ist, zeigt der Bastard Abutilon Capivary-striatum. Von den fünf Pflanzen, die ich 1869 gezogen, trägt jede ihr ganz eigenthümliches Gepräge in Wuchs, Blatt, Blüthe und Frucht. Ich lege eine Skizze der Blüthen von den vier zu Versuchen verwendeten Pflanzen bei, zu der ich noch bemerken will, dass I der Riese unter seinen Geschwistern und jetzt über 10 Fuss hoch ist, während IV, obwohl ein halb Jahr älter, kaum 2 Spannen Höhe hat. II ist ebenso durch die Länge der Blattstiele wie der Blüthenstiele ausgezeichnet. Bei I und IV (sowie bei der fünften Pflanze, die erst wenige Blumen brachte) strotzen die Staubbeutel von gutem Blüthenstaub; bei II und III sind sie meist völlig leer und farblos, nur in einzelnen Blüthen findet man in einigen wenigen Staubbeuteln eine geringe Menge Blüthenstaubes, der aber, wenigstens bisweilen (s. s. Abutilon vom Capivary VI), gut ist.

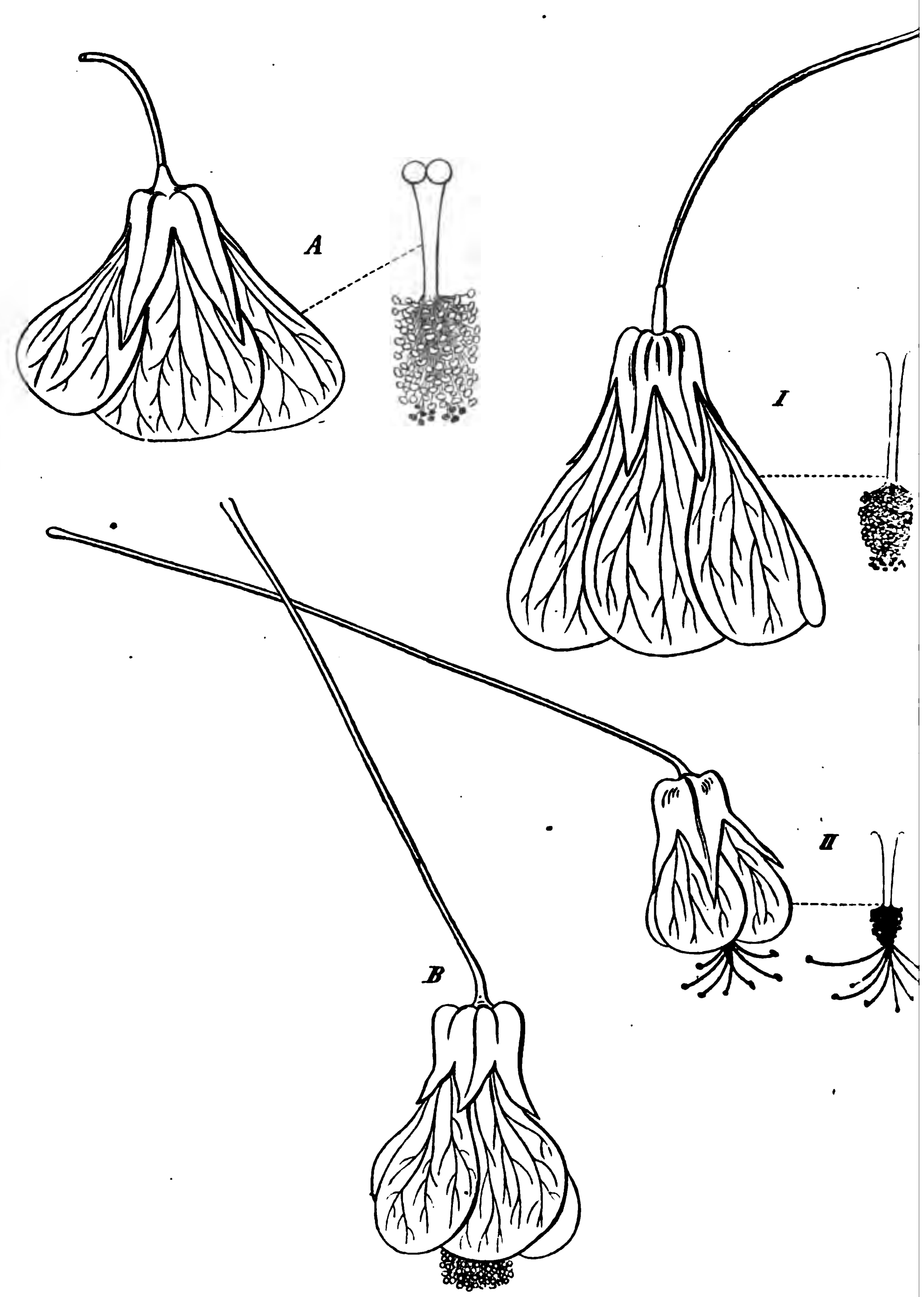


A. Blüthe des Abutilon Capivary. B. Blüthe von Abutilon striatum. I. II. Blüthen von 2 verschiedenen Pflanzen des Bastards Abutilon Capivary-striatum.

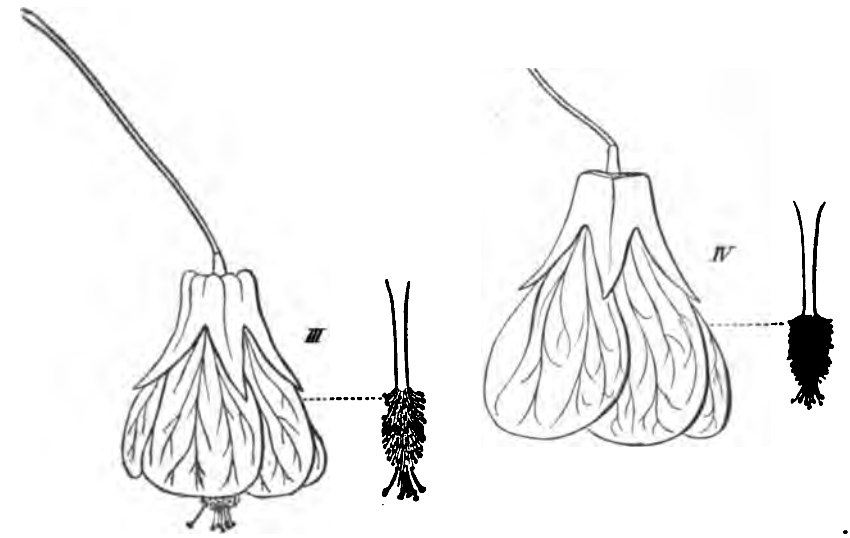


III. IV. Blüthen von 2 verschiedenen Pflanzen des Bastards Abutilon Capivary-striatum.

Abutilon Capivary-striatum I Bestaubt	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleintse	Grösste	Mittel
auf natürlichem Wege	?	2	60	62	61,0	5,0	6,2	5,6
mit Blüthenstaub derselben Pflanze	3	0						
mit Ab. Capivary-striatum II	4	0						
mit Ab. Capivary-striatum IV	2	2	58	71	64,5	6,4	6,5	6,4
mit Ab. vom Capivary	7	5	50	68	61,8	4,5	6,8	5,9
mit Ab. striatum	5	5	28	64	39,4	2,3	5,8	4,0
mit Ab. Embira	16	2	53	55	54,0	4,8	5,0	4,9
mit Ab. vom Rio do Testo	3	0						
mit Ab. vom Pocinho	3	1			39			3,5
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary u. striatum	2	2	52	53	52,5	5,2	5,3	5,2
Abutilon Capivary-striatum II								
mit Ab. Capivary-striatum I	3	3	45	52	48,5	5,8	6,4	6,1
mit Ab. vom Capivary	3	3	46	50	48,0	6,0	6,6	6,3
mit Ab. striatum	2	2	37	50	43,5	4,6	5,6	5,4
mit Ab. Embira	3	2	18	41	29,5	2,6	5,1	3,9
mit Ab. vom Rio do Testo	4	0						
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary und Ab. striatum	4	1			38			5,4



A. Blüthe des Abutilon Capivary. B. Blüthe von Abutilon striatum. I. II. Blüthen von 2 verschiedenen Pflanzen des Bastards Abutilon Capivary-striatum.



III. IV. Blüthen von 2 verschiedenen Pflanzen des Bastards Abutilon Capivary-striatum.

Abutilon Capivary-striatum I Bestaubt	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht: Kleinste	Grösste	Mittel	Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache: Kleintse	Grösste	Mittel
auf natürlichem Wege	?	2	60	62	61,0	5,0	6,2	5,6
mit Blüthenstaub derselben Pflanze	3	0						
mit Ab. Capivary-striatum II	1	0						
mit Ab. Capivary-striatum IV	2	2	58	71	64,5	6,4	6,5	6,4
mit Ab. vom Capivary	7	5	50	68	61,8	4,5	6,8	5,9
mit Ab. striatum	5	5	28	64	39,4	2,3	5,8	4,0
mit Ab. Embira	16	2	53	55	54,0	4,8	5,0	4,9
mit Ab. vom Rio do Testo	3	0						
mit Ab. vom Pocinho	3	1			39			3,5
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary u. striatum	2	2	52	53	52,5	5,2	5,3	5,2
Abutilon Capivary-striatum II								
mit Ab. Capivary-striatum I	3	3	45	52	48,5	5,8	6,4	6,1
mit Ab. vom Capivary	3	3	46	50	48,0	6,0	6,6	6,3
mit Ab. striatum	2	2	37	50	43,5	4,6	5,6	5,1
mit Ab. Embira	3	2	18	41	29,5	2,6	5,1	3,9
mit Ab. vom Rio do Testo	1	0						
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary und Ab. striatum	1	1			38			5,4

Abutilon Capivary-striatum III Bestaubt:	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleinste	Grösste	Mittel
mit Ab. Capivary-striatum I	5	5	11	55	41,8	1,1	5,2	4,1
mit Ab. Capivary-striatum II	1	0						
mit Ab. Capivary-striatum IV	2	2	28	32	30,0	3,5	4,0	3,7
mit Ab. vom Capivary	7	4	35	55	45,5	3,9	6,1	5,1
mit Ab. striatum	4	4	29	44	36,5	3,2	4,4	3,7
mit Ab. Embira	4	3	32	45	39,3	3,2	5,0	4,2
mit Ab. vom Rio do Testo	3	0						
mit Ab. vom Pocinho	4	2	43	47	45,0	4,7	4,8	4,7
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary und Ab. striatum	2	1			54			5,4
gleichzeitig mit Ab. v. Pocinho und Embira	2	1			58			6,4

An der kümmerlichen vierten Pflanze, die nur wenige Blüthen brachte, wurde eine Blume mit Abutilon Capivary-striatum I, drei mit Abutilon vom Capivary, eine mit Abutilon striatum und eine mit Abutilon Embira bestaubt; nur die mit Abutilon striatum bestaubte reifte eine 8fächrige Frucht mit 35 Samen (4,4 Samen im Fach).

Betrachten wir zuerst die an der Pflanze I erhaltenen Ergebnisse. Sie ist, wie beide elterlichen Arten, unfruchtbar mit ihrem eigenen Blüthenstaub; fruchtbar mit dem der Eltern und des Bastards IV und zwar, entgegengesetzt dem gewöhnlichen Verhalten, fruchtbarer mit diesem, als mit jenen. Sie lieferte mit dem Bastard IV einen höheren Samenertrag, als irgend eine Pflanze der mütterlichen Art, wenn mit Blüthenstaub der eigenen Art befruchtet! Wir haben bereits gesehen, dass ihr Blüthenstaub, wenn zur Befruchtung der mütterlichen Art verwendet, meist einen reicheren Samenertrag lieferte, als der der reinen Art. Auch hierin verhält sich diese Pflanze ganz wie ein Varietäten-Bastard.

Die beiden durch »natürliche Befruchtung« (wahrscheinlich mit Blüthenstaub des Abutilon vom Capivary) entstandenen Früchte waren im Gegensatz zu der Samenarmuth der meisten derartigen Früchte des Capivary-Abutilon reich an Samen und liefern gerade dadurch einen guten Beleg für die Richtigkeit der oben gegebenen Erklärung jener Samenarmuth. Sie stammen nämlich von den ersten Blüthen der Pflanze, die eine nach der andern aufblühten, also nicht mit Blüthenstaub desselben Stockes bestaubt werden konnten. Die späteren Blüthen sind fast alle zu künstlicher Bestaubung benutzt worden.

Bei Bestaubung mit Embira fielen meist die ganzen Blüthen oder wenige Tage nach dem Abfallen der Blumenkrone die jungen Früchte ab; von 16 (oder mit Einschluss des Abutilon vom Rio do Testo, von 19) Blüthen wurden nur 2 reife Früchte erhalten.

Die Pflanzen II und III, die von männlicher Seite fast vollkommen unfruchtbar waren, lieferten, wie die Tabelle nachweist, ebenfalls einen ziemlich reichen Samenertrag; auffallend ist, dass bei ihnen die Bestaubung mit Embira viel leichter anzuschlagen schien, als bei der ersten Pflanze: von 3 und 4 bestaubten Blumen wurden 2 und 3 Früchte geerntet.

Bei der Pflanze III wiederholt sich die Erscheinung, dass die reichsten Früchte durch Bestaubung mit zweierlei Blüthenstaub erzielt wurden. Das Abutilon vom Capivary erzeugte durchschnittlich 5,1, striatum 3,7 Samen im Fach; beiderlei Blüthenstaub vereinigt gab 5,4 Samen. Ja während Abutilon Embira durchschnittlich 4,2 — das Abutilon vom Pocinho 4,7 Samen lieferte, fanden sich in einer durch Blüthenstaub dieser beiden Arten erzeugten Frucht 6,4 Samen. Dies war überhaupt die samenreichste unter 19 Früchten, die von dieser Pflanze geerntet wurden.

Unter den Früchten der dritten Pflanze findet sich eine sehr arme mit nur 11 Samen, die aus der Tabelle hätte wegbleiben sollen; die Blume war mit einer unzureichenden Menge von Blüthenstaub aus einem einzigen zweifächrigen Staubbeutel bestaubt worden, wie solche einzeln fast in jeder Blüthe des Bastards I, sowie der mütterlichen Art (des Capivary–Abutilon) vorkamen.

Bemerkenswerth ist noch das Verhalten der Bastardpflanzen gegen Blüthenstaub von Abutilon striatum und von Embira. Keine Bestaubung schlug sicherer an, als die mit Abutilon striatum, der väterlichen Art, — keine schwieriger, als die mit Embira. — 12 Blumen, mit Abutilon striatum bestaubt, lieferten eben so viel Früchte; die einzige Frucht, die an der Pflanze IV reifte, war dieses Ursprungs. Von 31 Blumen dagegen, die mit Embira (einschliesslich der Abart vom Rio do Testo) bestaubt wurden, wurden nur 7 Früchte erhalten. Diese Früchte aber waren samenreicher (4,4), als die durch Abutilon striatum erzeugten (3,9). Am auffallendsten tritt dieses Verhältniss bei dem Bastard I hervor, wo 19 Blumen mit Embira bestaubt 2 Früchte mit durchschnittlich 4,9, dagegen 5 Blumen mit striatum bestaubt auch 5 Früchte mit durchschnittlich 4,0 Samen im Fach gaben. Nicht immer entspricht also der grösseren Leichtigkeit, mit der die Befruchtung angenommen wird, auch ein grösserer Samenreichthum. Dasselbe gilt wohl überhaupt für alle bei der Fruchtbarkeit der Pflanzen in Betracht kommen-

den Umstände; im Allgemeinen wird wohl, je leichter die Bestaubung von der Narbe angenommen wird, um so kräftiger auch die Einwirkung des Blüthenstaubs auf den Fruchtknoten, um so sicherer und vollkommener die Befruchtung der Eichen, um so samenreicher die Frucht, um so keimfähiger der Samen, um so kräftiger und fruchtbarer die Nachkommenschaft sein. Einen vollkommenen Parallelismus aber wird man, wie in dem eben angeführten, so in vielen anderen Fällen vermissen.

IV. Abutilon (Embira branca der Brasilianer).

Bestaubungsversuche wurden an zwei Stöcken vorgenommen; da sich zwischen den Ergebnissen kein erheblicher Unterschied zeigt, fasse ich sie in eine einzige Tabelle zusammen.

Die Vermittler der Bestaubung sind auch hier die Kolibris. Die Blüthen hängen nicht, wie bei den bisher besprochenen Formen, sondern ihre Achse steht fast wagerecht; die Griffel treten nicht gerade aus der Staubfädenröhre hervor, sondern biegen sich beim Austritt fast rechtwinklig um, so dass die Narben nach allen Seiten über die Staubbeutel hinausragen, — eine Lage, die bei der Richtung der Blumenkrone offenbar für die Bestaubung günstiger ist. Zwischen den Staubgefässen pflegt bei dieser Art eine Menge winziger Käfer sich zu sammeln, welche auf die Kolibris ebenso anlockend wirken mögen, wie der Honig, der im Grunde der Blume ziemlich reichlich abgesondert wird[1]).

Abutilon Embira Bestaubt:	Zahl der bestaubten Blumen	Zahl der reifen Früchte	Zahl der Samen in einer Frucht			Durchschnittliche Zahl der Samen in einem Fache		
			Kleinste	Grösste	Mittel	Kleinste	Grösste	Mittel
Durch Kolibris	?	114	5	69	31,1	0,3	4,9	2,2
mit Blüthenstaub desselben Stocks	13	0						
mit fremdem Blüthenstaub der eigenen Art	7	7	30	69	56,7	2,1	5,7	4,1
mit der Varietät von Rio do Testo	6	4	59	60	59,5	4,2	1,6	4,4
mit Ab. vom Capivary	12	10	21	74	49,3	1,4	4,6	3,6
mit Ab. striatum	16	6	6	23	12,0	0,4	1,9	0,9
mit Ab. Capivary-striatum 1	14	10	8	56	34,8	0,6	4,3	2,6
mit Ab. vom Pocinho	11	5	28	43	37,4	2,0	3,3	2,9
gleichzeitig mit Blüthenstaub der eigenen Art und mit Ab. vom Capivary	1	1			50			3,8
gleichzeitig mit Ab. vom Capivary und mit Ab. striatum	2	2	42	55	48,5	3,2	4,2	3,7

1) Aus der Menge von Insectenresten, die Darwin, Burmeister u. A. im Magen

Von den sehr zahlreichen durch »natürliche Befruchtung« entstandenen Früchten wurde nur ein kleiner Theil untersucht; das Ergebniss ist, wie man sieht, dasselbe wie bei dem Abutilon vom Capivary, indem sie im Durchschnitt nur etwa halb so viel Samen enthalten, wie künstlich befruchtete.

Bei Bestaubung mit Blüthenstaub desselben Stockes fiel nur in drei Fällen 3—4 Tage nach der Bestaubung die ganze Blüthe ab, in 9 Fällen 4—8 Tage nach der Bestaubung die junge Frucht; in einem Falle hielt sich die Frucht 21 Tage. Die Unempfänglichkeit für die Bestaubung mit eigenem Blüthenstaube ist also keine so vollkommene, wie bei dem Abutilon vom Capivary.

Wenn auch die Befruchtung mit Blüthenstaub der Arten vom Capivary und vom Pocinho, sowie des Bastards Abutilon Capivary-striatum I noch einen höheren Samenertrag lieferte, als die »natürliche Befruchtung«, so steht doch weit mehr als bei dem Capivary-Abutilon der Ertrag der Bastardfrüchte gegen den der künstlich mit Blüthenstaub der eigenen Art befruchteten zurück. Ob etwa die grössere Geneigtheit des Capivary-Abutilon, Bastardbefruchtung anzunehmen, im Zusammenhang steht mit dessen vollständiger ausgeprägter Selbstunfruchtbarkeit, kann nur durch weit umfangreichere Versuche an zahlreichen auf ihr Verhalten zum eigenen Blüthenstaube genau geprüften Arten entschieden werden. Doch mag erinnert werden an die Schwierigkeit der Bastarderzeugung in der derselben Familie angehörigen Gattung Hibiscus, deren Arten, soweit meine Erfahrung reicht, vollkommen fruchtbar sind mit eigenem Blüthenstaube, sowie andererseits an die überraschende Leichtigkeit, mit der fernstehende selbstunfruchtbare Arten von Vandeen sich kreuzen lassen.

So weit der Bericht über den Samenertrag meiner Bestaubungsversuche. Ich schliesse ihm als nothwendige Ergänzung einige Worte an über die aus dem Samen gezogenen jungen Pflanzen.

Im April 1869 hatte ich frischen hier geernteten Samen von drei verschiedenen Früchten des Capivary-Abutilon ausgesät. Die Pflanzen, durch deren Erzeugung ich diese Früchte erhalten hatte, waren Geschwister, aus Samen derselben Frucht gezogen. Nur 2 Pflänzchen gingen auf von 180 Samen; (es sind die oben mit V und VI bezeichneten Pflanzen). Ich schrieb dies damals der Ungunst der Witterung

der Kolibris angehäuft fanden, hat man gewiss mit Recht geschlossen, dass Insecten einen wesentlichen Bestandtheil ihrer Nahrung bilden und nicht blos zufällig mit dem Honig eingeschlürft werden. Wenn man aber nun umgekehrt behauptet hat, dass de[illegible] zufällig mit den Insecten aufgenommen wurde, so liegt [illegible] Beweises vor.

oder der unpassenden Jahreszeit zu. — Nun aber habe ich von der Ernte, über die ich so eben berichtet, Samen von weit über 100 Früchten ausgesät und fast alle haben reichliche und kräftige Pflanzen geliefert. Zu gleicher Zeit und an gleicher Stelle mit den übrigen wurden auch sieben verschiedene Aussaaten des Capivary-Abutilon gemacht und zwar:

1) zwei Aussaaten von 2 Früchten der Pflanze V, erzeugt durch Blüthenstaub ihres Oheims III. — Gesät am 4. October, gingen nach 14 Tagen reichliche Pflanzen auf, die aber bis jetzt nicht sehr kräftig wachsen.

2) vier Aussaaten von Früchten der Pflanze I, erzeugt durch Blüthenstaub ihres Bruders II. — Zwei Aussaaten vom 1. October keimten nach 24, eine vom 20. October nach 18, eine vom 24. October nach 21 Tagen. — Mehr als 200 Samen lieferten kaum über ein Dutzend so schwächlicher Pflänzchen, dass nur 4 die ersten Wochen überlebten und bis heute ein sehr kümmerliches Wachsthum zeigen[1]).

---

1) Das Missrathen dieser Aussaaten war mir sehr verdriesslich, da sie zu Beobachtungen über die Vererbung der Eigenthümlichkeiten einzelner Blüthen bestimmt waren. Ein ähnliches Missgeschick, veranlasst durch Ueberschwemmung, Dürre, Raupenfrass, Ameisen u. s. w. hat bisher fast alle meine derartigen Versuche vereitelt. Das Wenige, was ich hierüber in Bezug auf Abutilon zu sagen habe, mag hier eine Stelle finden.

Die Zahl der Griffel ist bei dem Capivary-Abutilon, wie bei anderen Arten, eine sehr schwankende. Die Pflanze VI wurde aus Samen einer 9griffligen Blume gezogen, die mit Blüthenstaub einer anderen ebenfalls 9griffligen Blume befruchtet war; bei ihr herrschen nun die 9griffligen Blüthen entschieden vor. Ich finde 38 Früchte dieser Pflanze verzeichnet, von denen 4 8fächrig, 24 9fächrig und 10 10fächrig waren; danach würden die 8griffligen Blüthen 11%, die 9griffligen 63%, die 10griffligen 26% bilden. Leider ist ein Vergleich mit den durch eine Ueberschwemmung zerstörten Eltern nicht mehr möglich. Bei drei noch lebenden Geschwistern dieser Eltern, den Pflanzen I, II, III fanden sich unter 100 Blüthen

	bei I	bei II	bei III
mit 7 Griffeln:	0	0	1
- 8 -	3	3	6
- 9 -	25	43	39
- 10 -	54	48	51
- 11 -	18	6	3

An der Pflanze I wurde sogar einmal eine Blume mit 12 Griffeln beobachtet. (Man muss beim Zählen der Griffel die Röhre der verwachsenen Staubfäden aufschlitzen, in der sich nicht selten einzelne Griffel verbergen; dadurch wird es eine etwas zeitraubende Arbeit.)

3) eine Aussaat von Samen einer Frucht der Pflanze IV, erzeugt durch Blüthenstaub ihres Bruders II, am 11. October. — Erst nach einem vollen Monat, am 11. November zeigten sich einige Pflänzchen. Ob von den 56 Samen überhaupt mehr als zwei gekeimt haben (soviel Pflanzen sind noch vorhanden), kann ich nicht sagen. Die Pflänzchen zeigen ein etwas kräftigeres Wachsthum, als die unter 2, erwähnten.

Ich darf nicht unterlassen anzuführen, dass die Samen der einen noch nicht einmal ganz reifen Frucht, die ich vom Capivary mitgebracht hatte und die so verschrumpft waren, dass sie des Säens gar nicht werth schienen, gut aufgingen. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich das verspätete Keimen nur weniger Samen der Pflanzen I und IV, und die Schwächlichkeit der Sämlinge dem Umstande zuschreibe, dass diese Samen durch Geschwister der betreffenden Pflanzen erzeugt worden waren, so dass also bei diesem Abutilon nicht nur die Bestaubung mit Blüthenstaub desselben Stockes völlig wirkungslos wäre, sondern auch die Befruchtung durch die nächsten Verwandten zwar ziemlich reichlichen Samen, aber nur wenige schwächliche Nachkommenschaft erzeugen würde. Ich gedenke diesen Punkt noch ferner ins Auge zu fassen und kann den Wunsch nicht unterdrücken, dass auch mit anderen selbst unfruchtbaren Pflanzen ähnliche Versuche angestellt werden möchten.

An den meisten meiner Versuchspflanzen hatte ich einzelne Blumen gleichzeitig mit Blüthenstaub zweier verschiedenen fremden Arten bestaubt (und zwar eine gleiche Zahl Narben mit jeder Art). Wie erwähnt hatte ich von solchen Blumen mehrfach besonders samenreiche Früchte erhalten. Diese Versuche waren angestellt worden, um durch sie nach Gärtner's Vorgang über den »Grad der sexuellen Verwandtschaft der beiden Arten zu der weiblichen Unterlage« zu entscheiden, falls der

---

Die Pflanze V stammt von einer 9griffligen Blume von II, befruchtet mit Blüthenstaub einer 11griffligen Blume der Mutter von VI; bei ihr fanden sich unter 100 Blumen

mit	7	Griffeln	2
-	8	-	27
-	9	-	38
-	10	-	31
-	11	-	2

Beim Vergleich mit der Mutterpflanze (II) fällt auf, dass sich das Verhältniss der 9griffligen zu den 10griffligen Blumen fast gerade umgekehrt hat; bei der Mutter ist es etwa 9 : 10, bei der Tochter etwa 11 : 9. — Auffallender noch ist die grosse Zahl von Blumen (fast 30%) mit weniger als 9 Griffeln, während die Mutter solcher Blumen nur 3% und darunter [illegible] ffeln brachte.

Samenertrag darüber in Zweifel lassen sollte. Das Ergebniss der Aussaat ist nun ein ganz unerwartetes gewesen. Mit KÖLREUTER's und W. HERBERT's früheren Erfahrungen übereinstimmend behauptet GÄRTNER, dass bei »gleichzeitiger Bestaubung mit verschiedenen Pollenarten nicht etwa »der eine Pollen eine gewisse Zahl von Eichen befruchtet, der andere aber eine andere«, dass vielmehr »nur Eine gleichförmige Befruchtung durch eine von den Pollenarten stattfindet, nämlich durch denjenigen Pollen, welcher die stärkste sexuelle Verwandtschaft zur weiblichen Unterlage hatte« (GÄRTNER, Bastarderzeugung im Pflanzenreiche S. 36). Der treffliche GÄRTNER ist vorsichtig genug, dies nur für diejenigen Arten als gültig auszusprechen, an denen er selbst, KÖLREUTER und W. HERBERT die betreffenden Versuche angestellt. — Bei Abutilon scheint nun, soweit ich bis jetzt urtheilen kann, stets das Gegentheil, die Erzeugung von zweierlei Bastarden stattzufinden. Mit Sicherheit kann ich dies für jetzt nur für diejenigen Fälle behaupten, in denen Blüthenstaub von Embira zugleich mit dem einer anderen Art zur Verwendung kam. Denn schon fast vom Erscheinen des ersten Blattes an sind die Bastarde der Embira auf den ersten Blick an ihren langen schmalen Blättern zu erkennen. Ich führe daher einstweilen nur folgende Fälle an:

1) Eine Frucht von Striatum, befruchtet durch Capivary und Embira, lieferte 6 Sämlinge von Striato-Capivary, 3 Sämlinge von Striato-Embira.

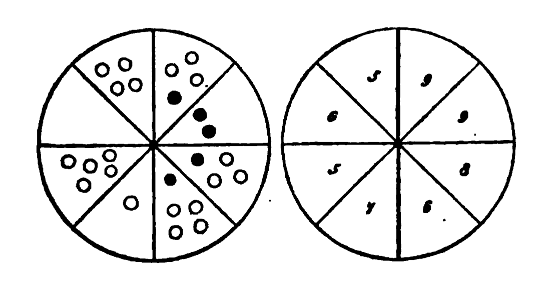
2) Eine Frucht des Capivary-Abutilon IV, befruchtet durch Embira und Striatum, lieferte 1 Sämling Capivary-Embira, 5 Sämlinge Capivary-striatum.

3) Eine Frucht des Capivary-Abutilon V, ebenso befruchtet, lieferte 3 Sämlinge Capivary-Embira, 5 Capivary-Striatum.

4) Eine Frucht des Capivary-Abutilon VI, ebenso befruchtet, gab 6 Capivary-Embira, 5 Capivary-striatum.

5) Eine Frucht derselben Pflanze, ebenso befruchtet, gab 5 Sämlinge Capivary-Embira, 20 Capivary-striatum.

In Betreff der vier ersten Fälle muss ich bemerken, dass ich versäumt hatte, die zu dicht stehenden Pflänzchen rechtzeitig zu verpflanzen und dass daher die Mehrzahl bei einer anhaltenden Trockniss zu Grunde ging; die oben gegebene Zahl der übrig gebliebenen ist zu gering, um weitere Betrachtungen daran zu knüpfen. Dagegen verdient der fünfte Fall noch eine besondere Besprechung. Ich hatte in diesem Falle die Samen jedes Faches besonders ausgesät und dabei die Ordnung, in der die Fächer aneinander stiessen, bemerkt. Die Sämlinge



aus einem der 8 Fächer sind leider alle jung umgekommen. Ich stelle das Ergebniss wohl am anschaulichsten in einer Figur dar, in welcher schwarze Kreise die Bastarde Capivary-Embira, weisse Kreise die Bastarde Capivary-striatum vorstellen mögen. Man sieht, der Blüthenstaub von Embira hat seine Einwirkung auf vier Fächer beschränkt, wahrscheinlich dieselben, deren Narben mit ihm belegt worden waren, während der Blüthenstaub des Abutilon Striatum seinen Einfluss über die ganze Frucht ausgedehnt hat[1]). Ich stelle daneben eine Figur, welche die Zahl der Samen in den einzelnen Fächern der Frucht zeigt, von der diese Sämlinge stammen. Die 4 Fächer rechts sind samenreicher (32), als die 4 Fächer links (23). Die Zahl der Eichen bei diesem Abutilon ist 8 bis 9 im Fach; in 2 oder 3 Fächern der rechten Seite sind also sämmtliche Eichen befruchtet worden. Ob die samenreichen Fächer die sind, auf welche zweierlei Blüthenstaub einwirkte, kann ich leider nicht sagen. Man lernt ja gewöhnlich erst im Verfolg einer Untersuchung alle Umstände kennen, auf die zu achten von Werth sein kann. Wenn aber Früchte, durch Blüthenstaub zweier fremden Arten erzeugt, sich samenreicher erwiesen, als solche, die dem Blüthenstaube der einen oder andern dieser beiden Arten ihre Entstehung verdankten, so scheint es allerdings wahrscheinlich, dass in diesen Früchten diejenigen Fächer, auf welche zweierlei Blüthenstaub einwirkte, mehr Samen enthalten werden als die, in welchem nur einerlei Blumenstaub sich geltend machte.

Die Thatsache, dass bei Abutilon aus solchen Früchten zweierlei Bastarde hervorgehen, scheint eine einfache Erklärung für deren grösseren Samenreichthum zu bieten und eben deshalb möchte ich diesen nicht für blos zufällig halten. Der Mangel an »Wahlverwandtschaft«, um mich des bequemen Ausdrucks von Gärtner zu bedienen, giebt sich nicht selten, besonders bei völlig unfruchtbaren Verbindungen, schon auf der Narbe kund, indem Narbe und Blüthenstaub entweder gar nicht,

1) Es ist durch Gärtner bekannt, dass man von einer einzigen Narbe aus alle Fächer eines mehrfächrigen Fruchtknotens befruchten kann; bei dem Abutilon vom Capivary habe ich dasselbe beobachtet. Die Verschmelzung getrennter Carpelle zu einem einzigen Fruchtknoten ist daher nicht blos ein »morphologischer Fortschritt«, sondern von wesentlichem Nutzen für die Befruchtung der Pflanzen.

oder feindlich[1]), oder unvollkommen, wenige oder nicht ins Narbengewebe eindringende Pollenschläuche entwickelnd, auf einander einwirken; in andern Fällen macht sich derselbe erst nach der Befruchtung der Eichen geltend, indem die Samen vor der Reife vertrocknen oder der Embryo sich nur unvollkommen entwickelt. In der Mehrzahl der Fälle aber, in denen die Einwirkung zeugungskräftigen Blüthenstaubes auf eine empfängnissfähige weibliche Unterlage eine hinter der normalen zurückbleibende Samenzahl erzeugt, dürfte dies davon abhängen, dass nur ein Theil der Eichen befruchtet wird. Dass aber einige Eichen eines Fruchtknotens von Blüthenstaub einer fremden Art befruchtet werden, andere nicht, deutet auf eine Verschiedenheit der Eichen oder, mit Gärtner zu reden, darauf hin, dass nicht alle die gleiche Wahlverwandtschaft zu dem fremden Blüthenstaube besitzen. Kommen nun Pollenschläuche von zwei fremden Arten gleichzeitig im Fruchtknoten an, so werden es wahrscheinlich nicht immer dieselben Eichen sein, die für beiderlei Arten sich unempfänglich erweisen; manche, die von der ersten Art nicht befruchtet worden wären, werden es durch die zweite und umgekehrt, wodurch denn natürlich eine grössere Zahl von Samen erzeugt wird, als durch jede einzelne der fremden Pollenarten.

Nach Kölreuter's und Gärtner's Erfahrungen soll, wenn eine zur Befruchtung hinreichende Menge eigenen Blüthenstaubes und gleichzeitig fremder Blüthenstaub auf die Narben gebracht wird, »der eigene Befruchtungsstoff nur allein angenommen, der fremde hingegen gänzlich verdrungen und von der Befruchtung ausgeschlossen« werden. (Gärtner, Bastarderzeugung S. 34). Auch dies gilt wenigstens nicht immer für Abutilon. Ich habe an Blumen des Capivary-Abutilon eine Narbe mit Blüthenstaub der eigenen Art, die übrigen mit Blüthenstaub von Abutilon striatum oder Embira bestaubt. Die Bestaubung der einen Narbe würde ausgereicht haben, eine ziemlich samenreiche Frucht zu liefern; so erhielt ich von einer Blume der Pflanze II, in welcher eine einzige Narbe mit Blüthenstaub der Pflanze I bestaubt wurde, eine Frucht mit 54 Samen (5,4 im Fach), eine der reichsten Früchte, die ich von dieser Pflanze erntete. Allein aus der »gemischten Bestaubung« ging dennoch nicht blos die reine Art hervor. So wurde an einer Blume

1) Diese »tödtliche Bestäubung«, wie er sie nennt, scheint zuerst Gärtner an Lychnis diurna nach Bestäubung mit Pollen von Saponaria officinalis, Silene bellidiflora und Lychnanthus volubilis beobachtet zu haben. Häufig ist sie bei den Vandeen (Oncidium, Burlingtonia, Gomeza, Notylia u. s. w.) nach Bestaubung mit eigenem Blüthenstaub, wie auch nach Bestaubung von Oncidium flexuosum mit Pollinien von Notylia.

der Pflanze V eine Narbe mit Blüthenstaub der Pflanze II, die sieben übrigen Narben mit Blüthenstaub von Embira bestaubt; aus dem Samen der so erhaltenen Frucht habe ich 10 Sämlinge gezogen, von denen 9 Bastarde (Abutilon Capivary-Embira) sind und nur einer der reinen Art (Abutilon vom Capivary) angehört.

Nach der Meinung Kölreuter's und Herbert's sollen »bei einer Vereinigung einer geringen Menge des eigenen mit einer grösseren eines fremden Befruchtungsstoffs« Varietäten (Kölreuter's »Tincturen oder halbe Bastarde«) hervorgebracht werden können, die »zwar keine wirklichen Hybriden wären, aber in einem gewissen Grade von der natürlichen Form abweichen«. Gärtner bestreitet diese Möglichkeit aufs Entschiedenste. Bei der Leichtigkeit, mit der sich bei ihnen zweierlei Samen in derselben Frucht erzeugen, dürften die in Gärten jetzt so zahlreich vertretenen Abutilon-Arten besonders geeignet sein, solche »Tincturen« entstehen zu lassen, deren Möglichkeit ich trotz allen Versuchen und Gegengründen Gärtner's nicht von vornherein in Abrede stellen möchte. Der Blüthenstaub wirkt ja nicht nur auf die Eichen, sondern, wie u. A. Hildebrand's Versuche an Orchideen beweisen, auch auf den ganzen Fruchtknoten. Dass aber ein Fruchtknoten, auf den zweierlei Blüthenstaub eingewirkt, eine der Eigenthümlichkeit der beiden Pollenarten entsprechende Rückwirkung äussern könne auf die in ihm reifenden Samen, scheint mir nicht unwahrscheinlich, wenn ich an das bekannte Beispiel von Lord Morton's arabischer Stute denke, die von einem Quagga-Hengste einen Bastard geboren hatte und später von einem schwarzen arabischen Hengste zwei Füllen warf, deren Beine noch deutlicher gestreift waren, als die des Bastards, ja als die des Quagga selbst.

Auch in dieser Beziehung dürften daher weitere Versuche an Abutilon-Arten über den Erfolg der gleichzeitigen oder successiven Bestaubung mit verschiedenen Pollenarten wünschenswerth erscheinen.

Itajahy, Sa. Catharina, Brazil,
im Januar 1871.

Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des Cellulose-Mantels der Tunicaten.

Eine akademische Preisschrift

von

Oskar Hertwig,

stud. med. aus Mühlhausen.

Hierzu Taf. IV. V. VI.

I. Allgemeine Bemerkungen über den Cellulose-Mantel der Tunicaten.

Unter den vielen und interessanten Eigenthümlichkeiten, welche die Thierclasse der Tunicaten auszeichnen, steht nächst der Embryologie dieser Thiere die morphologische und chemische Beschaffenheit ihres Mantels in erster Reihe. Dieser Mantel, die Tunica, von der die Classe ihren Namen führt, ist daher auch schon Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen. Seitdem zuerst im Jahre 1845 Karl Schmidt an dem Tunicaten-Mantel das Vorkommen von Cellulose im Thierreiche nachgewiesen, und dadurch die Aufmerksamkeit der Forscher auf diesen Gegenstand gelenkt worden ist, sind mehrere grössere Arbeiten über die histologische und chemische Beschaffenheit des Tunicaten-Mantels veröffentlicht worden. Die erste eingehende chemische und mikroskopische Untersuchung, welche sich über eine sehr grosse Anzahl von Salpen und Ascidien aus den verschiedensten Gruppen erstreckte, verdanken wir Löwig und Kölliker. Ihre in den Annales des sciences naturelles 1846 erschienene Arbeit bildete lange Zeit die Hauptquelle für unsere Kenntniss vom feineren histologischen Bau des Tunicaten-Mantels. Diese Beobachtungen sind unverändert in das zusammenfassende Hauptwerk über die Organisation der Weichthiere von Bronn (1862) mit übergegangen. An die Arbeit Kölliker's sich anschliessend

veröffentlichte H. SCHACHT in MÜLLER's Archiv 1851 eine, dieselbe in einigen Punkten ergänzende Untersuchung des Mantels von Phallusia mammillata und Cynthia microcosmus.

Die neueste Behandlung desselben Gegenstandes liegt uns in einer mit den Hülfsmitteln der neueren Mikroskopie und besonders mit stärkeren Vergrösserungen ausgeführten Arbeit von FRANZ EILHARD SCHULZE vor: Ueber die Structur des Tunicatenmantels und sein Verhalten im polarisirtem Lichte (Zeitschrift für Zoologie von SIEBOLD und KÖLLIKER 1863). In derselben ist namentlich die Bedeutung der von KÖLLIKER und SCHACHT als Kerne beschriebenen Gebilde als Bindegewebskörperchen richtig gewürdigt worden. Doch bin ich in Betreff der daselbst aufgestellten Histiogenese und der Natur der sogenannten Hohlzellen im Phallusienmantel zu ganz entgegengesetzten Ansichten gekommen; daher werde ich auf diese Arbeit später noch näher eingehen müssen. Zerstreute Angaben finden sich noch in VOGT's, LEUCKART's und HUXLEY's Untersuchungen über Salpen und Pyrosomen.

Ueber die embryonale Entstehung des Mantels liegen in MILNE EDWARDS', KROHN's, KOWALEWSKY's und KUPFFER's Arbeiten kurze Mittheilungen vor, die trotz mancher Widersprüche im Einzelnen doch alle im Wesentlichen dahin gehen, dass der Cellulosemantel als eine persistente embryonale Hülle aufzufassen sei. Endlich hätte ich noch auf die betreffenden Abschnitte in BRONN's »Classen und Ordnungen der Weichthiere« und auf die kurzen Notizen in GEGENBAUR's vergleichender Anatomie (II. Aufl. p. 166 u. 169) zu verweisen.

Trotz der verhältnissmässig grossen Anzahl von Detailuntersuchungen ist Vieles in Bau und morphologischer Bedeutung des Tunicatenmantels noch unklar geblieben, Vieles in den Angaben der verschiedenen Beobachter widersprechend.

Um diese Widersprüche und Unklarheiten zu beseitigen, hatte die philosophische Facultät der Universität Jena zur Bewerbung um den Preis der Herzoglich Sachsen-Altenburgischen Josephinischen Stiftung für das Jahr 1870 die Aufgabe gestellt: »Durch neue selbstständige Untersuchungen soll die Morphologie der Tunicaten und insbesondere die Entwickelungsgeschichte ihres Mantels aufgeklärt werden.«

In der Hoffnung, diese Aufgabe lösen zu können, unternahm ich die nachstehend mitgetheilten Untersuchungen, welche den dafür ausgesetzten Preis erhielten. Die meisten Beobachtungen wurden an einer Reihe von wohlerhaltenen Spiritus-Exemplaren aus dem zoologischen Museum in Jena angestellt. Ich verdanke dieselben der Güte meines verehrten Lehrers, Herrn Professor HAECKEL, dem ich hierbei zugleich für seine freundschaftliche Unterstützung meinen herzlichsten Dank

ausspreche. Später erhielt ich dann noch während eines dreiwöchentlichen Aufenthaltes auf der Insel Lesina, an der Küste des südlichen Dalmatiens, treffliches Material von lebenden Ascidien, an denen ich die durch Untersuchung der Spiritus-Präparate gewonnenen anatomischen Resultate noch einmal nachprüfen konnte. Zugleich fand ich dabei die erwünschte Gelegenheit, die embryonale Entwickelung und erste Entstehung des Mantels zu studiren.

Bei diesen Studien liess ich auch die übrige Entwickelung des Ascidien-Eies nicht ausser Acht. Das hohe Interesse, welches die Blutsverwandtschaft der Ascidien und der Wirbelthiere in den letzten Jahren erregt hat, veranlasste mich, bei dieser Gelegenheit jenem hochwichtigen Gegenstande meine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Da ich an der Hand der jüngst erschienenen vortrefflichen Arbeit Kowalewsky's jedes Stadium der embryonalen Ascidien-Entwickelung mit seinen Abbildungen zu vergleichen suchte, so will ich es hier nicht unerwähnt lassen, dass ich die daselbst gemachten Angaben in der Hauptsache vollkommen bestätigt fand. Demnach müssen die kürzlich von Dönitz in einer oberflächlichen Mittheilung in Reichert's Archiv erhobenen Zweifel in die Genauigkeit der Kowalewsky'schen Untersuchungen völlig ungerechtfertigt erscheinen. Die von Dönitz daran geknüpfte anspruchsvolle Polemik zeugt von eben so viel Mangel an Kenntniss, wie an Verständniss des Objectes. Derselbe hat den ausführlichen, mit grosser Sorgfalt und Ausdauer angestellten Beobachtungen von Kowalewsky weder genaue eigene Untersuchungen, noch irgend begründete Einwände anderer Art entgegenzustellen vermocht. Daher müssen seine gegentheiligen Behauptungen völlig haltlos erscheinen.

Ich wende mich jetzt zunächst zur Darstellung meiner Beobachtungen über den Bau des Tunicatenmantels. Ehe ich mich jedoch auf histologische Details einlasse, halte ich es für zweckentsprechend, zuvor das Verhältniss des Mantels zum übrigen Organismus in Kürze zu erörtern. In Betreff dieses Verhältnisses variiren die Angaben noch so sehr, dass eine richtige Würdigung desselben der eingehenderen Betrachtung des Mantels selbst vorausgeschickt werden muss.

2. Verhältniss des Cellulose-Mantels zum übrigen Organismus.

Die Körperwand der Tunicaten wird am zweckmässigsten in zwei Schichten getheilt: 1) eine äussere Schicht, welche nur aus Bindegewebe besteht und die von Schmidt, Löwig, und Kölliker nachgewiesene Cellulose Reaction liefert, und 2) eine innere Schicht, die theils

aus Bindegewebe, theils aus darin eingelagerten Muskelfasern und Gefässen zusammengesetzt ist.

Für die äussere Schicht findet man in der Literatur die Benennungen: Tunica externa, Cellulosemantel und Testa, für die innere die Benennungen: Tunica interna und Muskelschlauch. Die von Milne Edwards als dritte Tunica beschriebene innerste Membran bleibt hier ganz unberücksichtigt, nicht etwa weil deren Existenz bezweifelt würde, sondern weil wir uns sonst auf Organisationsverhältnisse verwickelterer Art einlassen müssten, die dem Zweck dieser Arbeit entfernt stehen. Bei den Salpen erreicht die Tunica externa eine bedeutende Mächtigkeit, so dass sie die bei weitem grösste Masse des Thieres ausmacht. (Taf. IV. Fig. 1. *A*). Bei den Pyrosomen und zusammengesetzten Ascidien bildet sie die allen Individuen gemeinsame Grundmasse des Stockes, in welcher keine Linien die Grenzen des zu jedem Individuum ursprünglich gehörenden Mantels mehr andeuten. (Taf. IV. Fig. 2. *A*). Bei den genannten Tunicaten ist meistens die Testa mehr oder minder transparent und in verschiedenen Graden gallertig weich. Unter den einfachen Ascidien schliessen sich die Phallusien in der Beschaffenheit und Mächtigkeit der Testa an die vorhergehenden an; doch besteht in derselben bei einigen Phallusia-Arten eine eigenthümliche Gefässeinrichtung, die bei Schilderung der Tunica interna näher besprochen werden soll. Bei den Cynthien endlich ist der Cellulosemantel verhältnissmässig von der geringsten Dicke; dagegen derb, dunkel gefärbt, vollkommen undurchsichtig und lederartig. (Taf. IV. Fig. 3 und 4. *A*). Manche Cynthien sind äusserlich der Baumrinde nicht unähnlich, und sind wegen dieses unscheinbaren Aeusseren bis jetzt wenig beachtet worden. Bei allen mir bekannten Ascidien liefert diese äusserste Schicht des Körpers stets eine ausgeprägte Cellulosereaction, und zwar schneller und vollständiger bei den Arten mit lederartiger als bei denjenigen mit gallertiger Beschaffenheit. Auf ihrer äussern Fläche findet sich kein Epithel, wie hie und da früher irrthümlich behauptet worden ist. Dagegen trifft man zwischen ihr und der zweiten Körperschicht stets eine continuirliche, einfache Lage platter Zellen, die man meistens als Mantelepithel bezeichnet hat (Taf. IV. Fig. 1—4. *c*). Es sind dies die eigentlichen Epidermiszellen, wie ich später zeigen werde; daher werden sie auch unter diesem Namen weiter aufgeführt werden. Auf Querschnitten bilden sie eine deutliche Trennungslinie zwischen Tunica interna und externa, was besonders an den mit Carmin gefärbten Präparaten hervortritt. Ohne diese Zellenlage würden beiden Tuniken continuirlich in einander übergehen.

Einige Forscher geben an, dass nur bei einem Theil der Tunicaten

nämlich bei den Salpen und Verwandten, ein fester Zusammenhang zwischen innerem und äusserem Mantel existire, bei einem andern, den Cynthien, beide Theile nur an der Ingestions- und Egestionsöffnung zusammenhingen, sonst aber getrennt seien. Auf diese irrthümliche Anschauung war sogar eine Eintheilung der Tunicaten-Classe in Monochitoniden und Dichitoniden basirt worden. Auch von Bronn und Andern wird dieses verschiedenen Verhaltens öfters gedacht. Dem gegenüber ist hervorzuheben, dass beide Körperschichten bei allen Arten in einem continuirlichem Zusammenhang stehen. Ueberall wo man beide Theile getrennt zu finden wähnt, ist dies Folge künstlicher Präparation. Dass diese künstliche Trennung sich bei den fälschlich so genannten Dichitoniden, nämlich den Cynthien, gelegentlich der Präparation leicht erstellt, ist nicht auffallend, wenn man bedenkt, wie verschieden der Härtegrad zwischen der knorpligen Aussenschicht und der weichen Innenschicht ist, und dass beide nur durch eine Lage zarten Epithels vereinigt sind. (Taf. IV. Fig. 1—4). Da dieses Epithelium, die eigentliche »Epidermis«, constant die beiden Schichten trennt, so ist die vielerörterte Frage, ob nur die Innenseite des Cellulosemantels oder auch die Aussenseite desselben eine Epithellage trage, zu Gunsten der ersteren Ansicht erledigt. Dies Verhalten wird auch durch die Entwicklungsgeschichte vollständig erklärt.

Von Bedeutung ist die Art und Weise des Zusammenhanges der innern und äussern Leibesschicht an der Ingestions- und Egestionsöffnung. Leuckart und auch Huxley geben an, dass an den genannten beiden Stellen beide Schichten in einander übergingen. Nach den Resultaten, die an Längsschnitten durch die beiden Leibesöffnungen von Salpen und Cynthien gewonnen wurden, und die vollkommen mit den Ergebnissen der Präparation der einzelnen Schichten übereinstimmen, ist das Verhältniss ein anderes. Man kann sich leicht überzeugen, dass an den Leibesöffnungen die Cellulosehülle eine Strecke weit nach innen sich umschlägt und die Innenfläche der Tunica interna bedeckt, um dann entweder in einer geraden Linie oder in einzelnen Zacken scharf abzuschneiden. (Taf. IV. Fig. 1 und 4). Die Epidermiszellenlage setzt sich dabei an den Uebergangsstellen in das die Kloakenhöhle auskleidende Epithel an der Innenseite der inneren Körperschicht fort. Auf diese Weise wird die letztere von der Cellulosehülle gleichsam wie von einer Zwinge umfasst und dieses Verhalten erklärt es, warum äussere und innere Schicht auch dann noch an der Ingestions- und Egestionsöffnung fester zusammenhängen, wenn der anderweitige Zusammenhang schon gelockert ist.

3. Structur der Tunica interna.

Ich schliesse hieran eine kurze Darstellung der inneren Körperschicht oder Tunica interna (Taf. IV. Fig. 1—4. *b*), wobei ich mich auf die allgemeinsten Verhältnisse betreffs der Vertheilung der Musculatur und der Blutgefässe beschränken, sowie Einiges über die Structur des hier vorhandenen Bindegewebes anführen werde. Die grösste Dicke besitzt die Tunica interna bei einigen Cynthien, weshalb man an diesen ihren Bau am leichtesten studiren kann. Besonders geeignet sind Cynthia Canopus (Fig. 3) und C. polycarpa (Fig. 4). Die Musculatur theilt sich hier in drei Schichten, in eine äussere und in eine innere Längsmuskellage, welche durch eine mittlere Ringmuskelschicht getrennt werden. Jede Schicht ist durch stärkere und schwächere Bindegewebszüge in grössere und kleinere Muskelbündel getrennt. Zwischen den einzelnen Bündeln finden sich im Bindegewebe grössere und kleinere, rundliche und ovale Lücken. Es sind dies die wandungslosen Blutbahnen. Dieselben bilden ein System von Canälen, welches sich an den Verlauf der Längs- und Ringmusculatur eng anschliesst, und stehen mit den Kiemengefässen durch hohle Querstränge in Verbindung, die in grosser Anzahl von der Tunica interna zur Kiemenwand quer hinübergehen. Bei den zusammengesetzten Ascidien und den Phallusien ist die innere Körperschicht von geringem Durchmesser und zeigt in vielen Fällen nicht mehr jene charakteristische Anordnung der Musculatur. Die Muskelbündel sind spärlicher und kreuzen sich oft in den verschiedensten Richtungen. Bei den Salpen endlich verlaufen nur breite Ringmuskelbänder (Fig. 1 *d*) in grossen Abständen von einander in der inneren Schicht, die hier sehr zart ist und ebenfalls ein reiches Blutgefässnetz führt.

Bei vielen festsitzenden Tunicaten bildet die Epidermiszellenlage Ausstülpungen in die verdickte Mantelbasis und veranlasst dadurch die Bildung von Stolonen, vermöge welcher die meisten an ihrer Unterlage wie mit Wurzeln anhaften.

Bei Phallusia mamillata und einigen andern wird durch besondere Wachsthumsverhältnisse der Tunica interna eine eigenthümliche Einrichtung im äussern Cellulosemantel hervorgerufen. Derselbe ist nämlich von einer grossen Anzahl von Blutgefässen durchsetzt, die als wenige Hauptstämme an einer Stelle in ihn eindringen und sich vielfach dichotomisch verästeln (Taf. IV. Fig. 5). Meist verlaufen zwei Gefässe neben einander. Schacht bezweifelt diese Angabe Kölliker's, indem er stets nur ein Gefäss isolirt gesehen haben will; doch kann ich dieselbe

durchaus bestätigen. Dagegen bin ich zu anderen Resultaten in Betreff des Uebergangs des einen in das andere Gefäss gekommen. Kölliker behauptet nämlich, dass an der äusseren Mantelfläche beide Gefässe schlingenförmig in einander übergehen und dass der schlingenförmige Uebergang eine kolbenförmige Erweiterung darstelle. Von diesem Uebergang habe ich mich nicht überzeugen können. Die kolbenförmige Erweiterung wird jedesmal nur von einem Gefäss gebildet, der Uebergang des zuführenden Canals in den abführenden erfolgt schon etwas früher, derart dass die Zwischenwand des Doppelgefässes plötzlich verschwindet und so aus dem Doppelten ein einfaches Gefäss entsteht, welches an seinem Ende kolbig anschwillt. Was nun den Bau der Gefässe anbelangt, so ist jede Doppelröhre oder, wo nur ein Gefäss für sich verläuft, dieses allein nach aussen von einem zarten Epithel bedeckt, das deutlicher nur bei Carminfärbung hervortritt (Taf. V. Fig. 13. *a*; Taf. VI. Fig. 30. *a*). Dasselbe ist identisch mit der Epidermiszellenlage und stellt in seiner Gesammtheit nichts anderes dar als eine tief in den Mantel hineinragende und vielfach dichotomisch sich verästelnde Epithelausstülpung. Nach innen ist das Epithel von einer zarten Schicht homogenen Bindegewebes bedeckt, welches gleichzeitig auch die etwas stärkere Scheidewand der in der Epithelhülle verlaufenden beiden Röhren bildet (Fig. 13. *p*), dasselbe führt kleine spindelförmige Zellen. Ausserdem bemerkt man noch an jedem Gefäss in dem Bindegewebsstroma spiralig verlaufende Fasern, die in den Hauptstämmen dicht zusammenliegen, in den feineren Aesten spärlicher werden und an den Enden ganz aufhören. Schacht vergleicht sie den Spiralfasern in den Tracheen der Insecten, ohne über ihre Natur sich näher zu äussern. Bronn spricht von spiralfasrigen Arterien. Es sind dies Muskelfasern, die vom inneren Mantel her mit dem Bindegewebe zusammen den Epithelausstülpungen nachgefolgt sind.

Diese Circulationseinrichtung ist indessen nicht allein auf einige Phallusien beschränkt. Auch bei Cynthia microcosmus, welche auf dem Triestiner Fischmarkt zum Verkauf ausgeboten wird, habe ich dieselbe angetroffen, allerdings viel spärlicher als bei Phallusia mamillata. Die grösseren Stämme sind ebenfalls doppelt (Fig. 30. *pr*); die Enden den Verästelungen in noch grösserer Ausdehnung einfach und am Ende kolbig angeschwollen. Diese Cynthia bietet ein vorzügliches Object, um an den grösseren Stämmen den Bau der Gefässe zu studiren: die beiden sich begleitenden Röhren, die ihnen gemeinsame äussere Epithellage, die bindegewebige Trennungslamelle derselben und die zarte, die Innenseite einer jeden auskleidende Bindegewebsschicht (Taf. VI. Fig. 30). Die spiraligen Muskelfasern fehlen hier. Der Verlauf eines

jeden Gefässes ist durch eine beträchtliche Ansammlung von Pigmentzellen charakterisirt, welche in dem Cellulosemantel liegen und oft eine dichte Hülle um dasselbe bilden. Ob an vielen Punkten Doppelgefässe in den Mantel eindringen oder ausschliesslich an einer Stelle, wie bei Phallusia mamillata am Sattel, habe ich nicht feststellen können; ein grösseres Doppelgefäss wurde an der Egestionsöffnung angetroffen.

Es tritt uns hier die Frage entgegen, wie wir uns die Entstehung dieser Gefässeinrichtung vorzustellen haben. Auf Grund der oben mitgetheilten Thatsachen scheint folgender Hergang angenommen werden zu müssen. Von der Epidermiszellenlage aus bilden sich Ausstülpungen in die Cellulosemasse hinein, gleichwie solche auch zur Stolonenbildung Veranlassung geben. Das Bindegewebe folgt Schritt für Schritt; auch ein Blutgefässhohlraum schickt einen schlingenförmigen Ausläufer in die Ausstülpung hinein (Taf. IV. Fig. 6). In der Bindegewebsschicht, welche die beiden Arme des Bogens trennt, erblicken wir die Lamelle, welche späterhin die beiden sich weiter entwickelnden Gefässe scheidet (Fig. 6. *p*). An der Spitze der ersten Ausstülpung entstehen zwei neue getrennt vorrückende Wachsthumspunkte, in welche sich das begleitende Bindegewebe und der Bluthohlraum zugleich mit fortsetzt. Die trennende Lamelle hingegen bleibt in ihrem Wachsthum etwas zurück, und da hierdurch eine Blutstauung in den vorgeschobenen Gefässsprossen entstehen muss, so bewirken diese mechanischen Verhältnisse eine kolbenförmige Ausdehnung an den dem Druck am meisten ausgesetzten Enden (Fig. 7). Nun rückt auch die Trennungslamelle sich spaltend in die beiden Arme weiter vor (Fig. 8. *p*. *p* 1. *p* 2.). Die Ebene, in welcher die dichotomische Theilung der Endsprossen erfolgt, und die Ebene, in welcher die Trennungslamelle liegt, ist keine willkürliche, sondern beide halten ein und dieselbe Richtung ein. In dieser Weise entsteht im Mantel ein reiches hin- und rückleitendes Blutgefässnetz, welches seinem Bau und seiner Entstehung nach nichts anderes ist als ein sehr complicirtes System von wiederholt dichotomisch getheilten Gefässschlingen.

In morphologischer Beziehung sind demnach die Mantelgefässe als den Stolonen homologe Gebilde zu erachten. Als weitere Erläuterung und als ein neuer Beleg für die vorgetragene Auffassung möge eine embryologische Beobachtung Krohn's dienen, die ich in ihrer Hauptsache hier wiedergebe:

»Aus der Leibesmasse, und zwar mitten von der Bauchfläche wachsen drei Fortsätze immer tiefer in den Mantel bis dicht an seine Oberfläche. Diese theilen sich gablig in sechs Aeste, deren Enden kolbenförmig angeschwollen sind. Die Zerästelung schreitet dicho-

tomisch immer weiter fort und stets findet man die spätern Endzweige auf die oben angezeigte Art erweitert. Endlich verdoppeln sich die ursprünglich noch ganz einfachen Hauptstämme und Aeste, während ihre gegen die Peripherie des Mantels gerichteten kolbenförmig erweiterten Endzweige noch einfache Röhren sind.« Wie diese Verdoppelung vor sich geht, lässt KROHN unerörtert. Die Circulation ist nun folgende: »In jenen grösseren, ganz schon wie beim erwachsenen Thiere einander begleitenden Gefässen strömt das Blut in zwei entgegengesetzten Richtungen, in dem einen Gefässe gegen die Endzweige hin, in dem andern zum Herzen. Kurz vor der Theilung der letzten Aeste in die Endzweige sieht man diese beiden Ströme bogenförmig in einander übergehen. Dagegen ist in den jedesmaligen Endzweigen noch keine continuirliche Blutströmung zu beobachten. Es dringen zwar auch in sie Blutkörner, diese stagniren aber öfter und häufen sich zuweilen übermässig an. Nur zeitweise sieht man sie in Fluss kommen, und in den einen oder den andern der gedachten Ströme wieder zurückkehren. Alles dies dauert so lange, bis die Verdoppelung sich auch auf die Endzweige erstreckt.« (KROHN, Ueber Entwicklung der Ascidien. MÜLLER's Archiv 1852, S. 320. 321.)

Jetzt noch einige Worte über das Bindegewebe der inneren Körperschicht. Bei Salpa, bei Phallusia mamillata, P. intestinalis etc., bei Cynthia Canopus, C. polycarpa, C. papillata etc. besteht dasselbe aus einer homogenen Grundsubstanz mit eingelagerten Zellen, die bald rund sind ohne Ausläufer, bald mehr oder weniger zahlreiche Ausläufer in die Umgebung ausschicken. Dieses Bindegewebe liefert keine Cellulosereaction, wodurch es sich wesentlich von dem des äussern Mantels unterscheidet. Zwar giebt LEUCKART an, dass bei Salpa democratica auch die Tunica interna gleich der externa mit Jod und Schwefelsäure sich blau färbe; doch widersprechen dem andre Beobachter; auch mir ist es trotz vielfacher Versuche, die in der verschiedensten Art und Weise angestellt wurden, nie geglückt, diese Reaction hervorzurufen.

Hieraus darf man indessen nicht den verfrühten Schluss ziehen, dass nur das Bindegewebe des äussern Mantels eine cellulose-artige Grundsubstanz besitze. Dass auch das Bindegewebe innerer Organe dieselbe darbieten kann, ist mir an Cynthia mytiligera nachzuweisen geglückt. Da auch die histologischen Eigenschaften dieses Bindegewebes sich von denen der genannten Schicht unterscheiden, so möge hier eine Schilderung desselben folgen.

Die innere Tunica von Cynthia mytiligera ist beträchtlich dick, indem auf die Muskelschicht noch eine starke Lage Bindegewebe folgt.

Dasselbe besteht aus einer homogenen Grundsubstanz, in welcher zahlreiche elastische, sich locker durchschlingende, stark spiralig gekrümmte Fasern liegen (Taf. VI. Fig. 23). Zwischen ihnen sieht man zarte, körnige, runde Zellen. Einige derselben sind von wenigen Fasern dicht umschlungen.

Ausserdem finden sich in dem Fasergewirr hie und da einzelne spärliche Faserbündel, welche man am besten mit einem um eine Scheibe aufgerollten Zwirnsfaden vergleichen kann. Sie liegen bald flach, bald stehen sie senkrecht auf der Kante, und sind im Innern entweder solid oder enthalten Protoplasma mit ein oder zwei Zellenkernen (Fig. 23. *cd*). Alle diese Gebilde finden sich auch im Bindegewebe des Darmes vor, aber in einem anderen Verhältnisse. Hier überwiegt die homogene Zwischenmasse, die Fasern finden sich nur spärlich, durchflechten sich auch nicht, sondern sind für sich lockenartig aufgerollt. Auch die Faserbündel mit der Zelle im Innern fehlen nicht (Fig. 24). Forschen wir nun nach dem Ursprung der zerstreuten Fasern, so scheinen sie durch Auflockerung der Faserknäuel zu entstehen, welche wiederum ein Product der in ihnen enthaltenen Zelle sein werden. Behandelt man einen dünnen Schnitt durch den Muskelschlauch mit Jod und Schwefelsäure, so färben sich alle Fasern tief blau, so dass die einzelnen Muskelbündel in ein blaues Netzwerk eingeschlossen sind. Behandelt man in gleicher Weise einen Schnitt durch Darm und Costa, so bläuen sich ebenfalls die spärlichen Fasern, während die Zwischenmasse gelb bleibt.

Hieraus erhellt, dass auch Bindesubstanz innerer Organe bei einzelnen Arten eine Cellulosereaction liefern kann.

4. Entwickelung des Cellulose-Mantels.

Wir kommen jetzt zum zweiten Theile dieser Arbeit, der über den Cellulose-Mantel selbst ausführlicher handeln soll. Hierbei werden wir zuerst seine Entstehung, alsdann seinen feineren histologischen Bau und sein Wachsthum beschreiben.

Was zunächst die Entwickelung des Mantels betrifft, so sind darüber in letzter Zeit zwei verschiedene Ansichten von Kupffer und Kowalewsky aufgestellt worden. Beide sind nach meinen Erfahrungen nicht richtig.

Nach Kupffer soll in den noch unbefruchteten Eiern des Eierstocks an der Oberfläche des Dotters durch freie Zellenbildung eine Schicht von klein[illegible] [illegible]em Pigment gefärbten Zellen entstehen. Er be-

zeichnet dieselben als Testazellen. Um den Rest des Dotters bilden dieselben eine einschichtige Epithelkapsel. Zwischen dieser und dem Dotter entsteht allmählich ein ganz pellucider Zwischenraum, der nach dem Eintritt des Eies in den Eileiter und nach der Befruchtung an Ausdehnung noch zunimmt. In seiner Mitte schwebt frei die Dotterkugel und lässt sich daraus schliessen, dass der Zwischenraum keine Flüssigkeit enthält, sondern eine bereits gallertige Masse; dieselbe soll von den gelben Zellen ausgeschieden sein und soll schon die Gallertsubstanz der Testa vorstellen.

Kowalewsky weicht von Kupffer darin ab, dass nach seinen neueren Untersuchungen, die an in Chromsäure erhärteten Eierstöcken angestellt wurden, die Testazellen nicht aus dem Dotter durch freie Zellenbildung entstehen, sondern von Follikelzellen abstammen. Welche von diesen beiden Ansichten die richtige ist, muss ich dahin gestellt sein lassen, da mir das für diese Untersuchungen günstigste Object, Ascidia intestinalis nicht zur Hand war, und ich deshalb über diesen Punkt keine Untersuchungen angestellt habe. Mich interessirte vorzüglich die Frage, ob wirklich die Entstehung des Mantels mit diesen gelben Zellen in Zusammenhang stände.

Kupffer giebt darüber Folgendes an. In der schon weit entwickelten Larve lockern sich durch die Streckbewegungen, die dem Ausschlüpfen vorausgehen, die bisher noch ziemlich an einander schliessenden Testazellen, und es wird die Gallertschichte dadurch deutlicher wahrnehmbar, indem die von einander getrennten Zellen einer nicht flüssigen pelluciden Masse anhaftend erscheinen. Durch die Bewegungen der Larve vertheilen sich Gallerte und Zellen gleichmässiger um sie. Sobald der Embryo nach Zerreissung der Eihülle frei wird, quillt die Gallerte etwas auf; die Zellen sitzen an derselben ganz oberflächlich, als klebten sie derselben blos an. Während an den Zellen innerhalb der Eihaut keine Spur von Bewegungen wahrzunehmen war, zeigen sich jetzt solche; die Zellen strecken Fortsätze aus, werden sternförmig, ziehen sich kuglig zusammen, kurz es sind exquisit amöboide Elemente. Die gelbliche Farbe blasst ab, schwindet aber nicht ganz.

Nach Kowalewsky sollen die gelben Zellen zur Zeit der ersten Furchungsstadien ganz auf die Peripherie der Gallertsubstanz kommen und an ihr so zu sagen ankleben. Später sollen sie farblose Fortsätze in die ganz durchsichtige Substanz senden, immer tiefer eindringen und sich dabei entfärben. Indem die Fortsätze unter einander sich verbinden, entsteht ein förmliches Netzwerk im Gallertmantel.

Die so beschriebenen Vorgänge habe ich nicht beobachten können.

Meine eigenen Untersuchungen wurden an den Eiern von Phallusia mamillata und virginea (?) angestellt. Bei den Eiern dieser Species liegen (übereinstimmend mit den Beobachtungen KOWALEWSKY's) die sogenannten Testazellen nicht in einer continuirlichen Schicht um den Dotter, sondern vereinzelt und stellenweise auch in Haufen beisammen. Sie sind kuglig und führen gelbe Pigmentkörnchen, besonders zahlreich bei der zweiten Art. Den Zwischenraum zwischen Dotter und Eihaut nimmt eine flüssiggallertige Substanz ein, in der die Testazellen liegen. Mit Jod färbt sich dieselbe braun, welche Färbung bei Schwefelsäurezusatz noch zunimmt. Dagegen tritt auf keine Weise Blaufärbung ein. Schon dieser Umstand macht es etwas bedenklich, in jener Gallerte die spätere Cellulosesubstanz des Mantels erblicken zu wollen.

Während des Furchungsprocesses gehen die Testazellen weiter keine Veränderungen ein. Nur werden sie, je nach der Ausdehnung des sich theilenden Dotters, bald epithelartig an die Wand der Eihaut angedrückt; bald versammeln sich eine grössere Anzahl passiv bewegter Zellen an den freien Stellen zwischen Eihaut und Furchungskugeln. An einigen von ihnen bemerkt man deutlich, wie sie kurze Fortsätze ausstrecken, so dass auch jetzt schon ein geringer Grad von amöboider Bewegung ihnen zukömmt.

Das erste Auftreten des Mantels beobachtete ich erst zu der Zeit, wo der Schwanz schon eine bedeutende Länge erreicht hatte. Bei stärkerer Vergrösserung konnte ich nämlich bemerken, wie eine feine Contour in einiger Entfernung rings um das äussere Epithel hinzog. Ausserhalb dieser Contour lagen die Testazellen in dem freien Raume der Eihöhle, ohne dass an ihnen irgend eine Beziehung zu dem heranwachsenden Embryo sich feststellen liesse. Sobald die Larve anfängt stärkere Bewegungen zu machen, kann man die gelben Zellen frei herumflottiren sehen.

Ein sehr beweisendes Bild erhielt ich, als ich auf einen Embryo, der schon einen hyalinen Saum zeigte, die Jodschwefelsäurereaction anwandte. Die Larve schrumpfte natürlich stark zusammen; aber rings um die innere, dunkelbraune Masse des embryonalen Körpers (Fig. 10. *E*) zeigte sich ein schön blauer Saum (Fig. 9. *A*). Ausserhalb desselben, in grösserer oder geringerer Entfernung, lagen die sogenannten Testazellen (Fig. 9. *t*) entweder haufenweise oder in Reihen angeordnet, viele ganz vereinzelt, durch die Eihülle (Fig. 9. *y*) rings umschlossen. Bei einer eben ausgeschlüpften Larve, an der der Schwanz noch erhalten ist, fällt es auf, dass die gelben Testazellen meist nur äusserst spärlich vertreten sind und dass die noch vorhandenen dem feinen hyalinen Saum, der das ganze Thier umgiebt, stets äusserlich aufge-

lagert sind, indem sie gleichsam an ihm anzukleben scheinen. Bei mehreren Larven in diesem Stadium konnte ich nur zwei oder drei anhaftende gelbe Zellen finden, während ihre Anzahl im unentwickelten Ei fünfzig gewiss überstieg. Fast alle waren beim Austritt des Embryo zugleich mit der Abstreifung der Eihülle verschwunden. Erzeugt man bei Larven mit einer grösseren Anzahl gelber Zellen einen Strudel unter dem Deckglas durch erneuten Wasserzusatz, so gelingt es nicht selten, einige der adhaerenten Zellen hinwegzuschwemmen.

Ausserdem bemerkt man schon in diesem Stadium in der Cellulosehülle einzelne kleine Zellen mit Ausläufern (Fig 10. *a*). Dieselben sind ganz farblos, ohne das charakteristische gelbe Pigment, und nur ungefähr halb so gross, als die sogenannten Testazellen (Fig. 10. *t*). Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass bei dem Ausschlüpfen der Larve die gelben Zellen mit der Eihaut abgestossen werden und verloren gehen.

Wenn der Schwanz fettig degenerirt, wird ein neues Bildungsmaterial von daher dem Embryo zugeführt. Dieser Ernährungszuwachs äussert sich auch darin, dass die hyaline Mantelsubstanz an Dicke zunimmt und dass vom Epithel aus eine grosse Anzahl Zellen in die Cellulosemasse einwandern. Taf. IV. Fig. 10 giebt dieses Stadium wieder. Man sieht die leere Cellulosehülle des Schwanzes (Fig. 10. *Sch.*) mit äusserlich anhaftenden gelben Zellen (*t*), ferner, die äussere Epithelschicht (*B*), um diese herum die hyaline Celluloseschicht (*A*) mit mehreren hellen länglich gestreckten Zellen (*a*), die einen Kern und mehrere Ausläufer zeigen. Einige von diesen spindelförmigen oder sternförmigen Zellen liegen dem Epithel ganz dicht an. Nach aussen von dieser Schicht bemerkt man stellenweise noch eine zweite, äusserste Lamelle (Fig. 10. *R*), in und an der einige gelbe Zellen liegen (*t*). Setzt man Jod und Schwefelsäure zu, so wird die leere Schwanzhülle blau, desgleichen die dem Embryo zunächst gelegene hyaline Schicht (*A*). Dieser liegt aber noch ausserdem stellenweise eine braungewordene Masse auf (*R*). Das sind die noch anhaftenden Theile der Eihülle, in welcher sich noch einzelne sogenannte Testazellen befinden (*t*).

Endlich konnte ich bei einer Larve mit noch wohl erhaltenem Schwanze bei starker Vergrösserung eine Zelle gerade in dem Augenblicke beobachten, wo sie sich zum Theil in der Epithelschicht, zum Theil in der Cellulosemasse befand (Fig. 11. *x*). Der in letzterer befindliche Theil war kopfartig angeschwollen und durch einen schmalen Hals von dem übrigen, im Epithel liegenden Theile getrennt. In letzterem lag noch der Kern.

Ich hoffte unter dem Mikroskop die Einwanderung der Zelle bis

zum Ende verfolgen zu können, aber leider starb der Embryo nach einer Stunde, die er unter dem Deckgläschen zugebracht hatte, ohne dass das Bild im Wesentlichen ein anderes geworden wäre.

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Schlüsse. Die gelben Zellen, welche bei Ascidia canina epithelartig, bei Phallusia mamillata und andern gruppenweise und zerstreut um den Dotter herum liegen, welche KUPFFER und ebenso KOWALEWSKY als Testazellen bezeichnen, und durch deren Einwanderung in eine gallertige Masse der Mantel entstehen sollte, haben an der Bildung desselben nicht den geringsten Antheil. Die Testazellen sind vielmehr den Eihüllen zuzurechnen. Demnach werden sie auch bei Durchreissung der Eihüllen gleich diesen vom freiwerdenden Embryo mit abgestreift. Gelbe Zellen, die auch dem freien Thiere später noch ankleben, sind anhaftende Ueberreste, die nach kurzer Zeit sich ebenfalls ablösen.

Der Mantel entsteht dagegen, nachdem in dem embryonalen Körper bereits die eigentliche Epidermis (das einschichtige äussere Pflaster-Epithel) und die wichtigsten inneren Theile differenzirt und angelegt sind, zunächst als eine zarte Cuticula, welche aussen auf der Zellenschicht der Epidermis aufliegt und von dieser ausgeschieden wird. Allmählich treten in der dicker werdenden Cuticula vereinzelte Zellen auf, welche aus der Epidermis in dieselbe eingewandert sind. Sobald sich nun durch Verfettung des Schwanzes neues Ernährungsmaterial im Embryo anhäuft, so erfolgt auch von der Epidermis aus ein kräftigerer Bildungsprocess. Die Dicke der Celluloseschicht nimmt zu und es wandern vom Epithel aus zahlreichere Zellen in sie ein, welche von nun an ihrem Verhalten zur Intercellularsubstanz gemäss als Bindegewebszellen zu bezeichnen sind. Auf diese Weise kömmt der, bei den verschiedenen Ascidien-Arten so mannichfach gestaltete Mantel zu Stande. Derselbe ist als eine, vom Epithel ausgehende Bindegewebsbildung zu betrachten, oder mit anderen Worten: der Ascidien-Mantel ist eine äussere Cuticular-Bildung der Epidermis, welche durch Einwanderung von isolirten Zellen der letzteren in wirkliche Bindesubstanz übergeht.

5. Histologischer Bau des Cellulose-Mantels.

Der Mantel der Ascidien zeigt in seinem histologischen Verhalten bei den verschiedenen Arten erhebliche Verschiedenheiten und bietet uns eine reiche Auslese verschiedener Bindegewebsformen dar.

Bei Salper [illegible] compositen Ascidien und einigen Phallu-

sien besteht der Mantel aus einer homogenen Grundmasse, in welche spärliche kleine Bindegewebszellen eingestreut sind. Ein nach Essigsäurezusatz deutlich hervortretender Nucleus mit Nucleolus ist umgeben von einer dünnen, zuweilen sehr bedeutenden Schicht feinkörnigen Protoplasma, das zarte Ausläufer in die umgebende Masse aussendet.

Nach Zusatz von Jod und Schwefelsäure treten dieselben deutlicher hervor und sind weiter zu verfolgen, in vielen Fällen bis zu ihrer Vereinigung mit benachbarten Zellen. Löwig und Kölliker beschreiben diese Gebilde, sowie ähnliche bei Cynthia als Kerne, Kernfasern etc., was schon Franz Eilhard Schulze als irrthümlich zurückgewiesen hat. Die Form dieser Zellen kann bei verschiedenen Arten sehr wechselnd sein, bald rundlich, bald keulenförmig gestreckt, spindelförmig etc. mit mehr oder minder deutlicher Verästelung (Taf. V. Fig. 19. 20. 21). Einzelne dieser Zellen können Pigment führen; die Farbe ist je nach den Arten verschieden: roth, gelb, grün, braun u. s. w. Auch amöboide Bewegungen dieser Bindegewebszellen, die schon Kölliker aufgefallen waren, konnte ich bei einigen derselben in geringem Grade beobachten.

Ein sehr auffälliges Mantelgewebe zeigen einige Phallusien, so besonders Phallusia mamillata. Dasselbe hat schon früher die Aufmerksamkeit von Kölliker und Schacht auf sich gezogen, und auch den Mittelpunkt von Franz Eilhard Schulze's Untersuchungen gebildet. In einer spärlichen homogenen Grundmasse liegen grosse rundliche Hohlzellen mit wandständigem Kern, die embryonalen Chordazellen ganz ähnlich sehen und oft nur durch eine dünne Scheidewand von einander getrennt sind. Zwischen ihnen liegen in der homogenen Grundmasse eingestreut Bindegewebszellen mit Ausläufern (Taf. V. Fig. 12. 13). Die grossen Hohlzellen, die, wenn auch selten, zuweilen in kleinerem Format auftreten und Uebergänge zu den Bindegewebszellen zeigen, fasst Schulze als die eigentlichen embryonalen Mantelzellen auf. Neben einander liegende Hohlzellen mit abgeplatteten sich berührenden Wänden beschreibt er als Resultat kürzlich stattgehabter Theilung (Fig. 15). Sie sollen in einer frühen Embryonalperiode das Mantelgewebe aller Tunicaten nach seiner Annahme gebildet haben. Aus ihnen sollen allmählich die mit Ausläufern versehenen Bindegewebszellen hervorgegangen sein. Die Bildung der verschiedenen Gewebsformen des Tunicatenmantels aus solchen embryonalen Zellen hat man sich nach seinen Worten so vorzustellen. »Durch allmähliche Umwandlung der äusseren Protoplasmarinde der wohl ursprünglich wandungslos zu denkenden embryonalen Zellen in homogene hyaline Cellulosemasse und ein Verschmelzen dieser so gebildeten Rinden mit einander entsteht ein der

chorda dorsalis ähnliches Gebilde. Denkt man sich diese Metamorphose des Protoplasma bei einzelnen Zellen in der Weise vorrückend, dass bald von der ursprünglichen Zelle nichts mehr als der Kern mit einem stern- oder spindelförmigen Protoplasmareste übrig bleibt, während andere auf der früheren Stufe stehen bleiben, so haben wir je nach dem Mengenverhältniss, in dem beide Arten von Zellen zu einander stehen, die Structur des Mantels von Aplidium, Phallusia etc. Bleiben gar keine Zellen auf der ursprünglichen Stufe stehen, sondern findet die Verwandlung des äussern Protoplasma in Cellulosesubstanz bei allen gleich in der angedeuteten Weise statt, so erhalten wir den Mantel von Pyrosoma, Ascidia intestinalis, Salpa, Botryllus etc. Bleibt endlich die gleichsam aus den Zellmembranen und ihren Verdickungsschichten entstandene Cellulosegrundsubstanz nicht hyalin, sondern spaltet sie sich in Fasern, so haben wir das Gewebe des Mantels von Cynthia, Boltenia etc.«

Dieser von EILHARD SCHULZE angenommenen Histiogenese kann ich nicht beipflichten. Wie schon bei der embryonalen Entwickelung des Mantels angeführt wurde, finden sich bei Phallusia mamillata anfänglich nur kleine Spindel- oder Sternzellen. KUPFFER und KOWALEWSKY haben ebenfalls an Tunicatenembryonen nie jene Hohlzellen beobachtet und ferner giebt KROHN speciell von unsrer Phallusia mamillata an, dass die grossen, rundlichen, dünnwandigen Zellenräume erst später erscheinen: Anfangs sei ihre Zahl noch gering, später nehme sie zu und zugleich würden auch die Zellenräume grösser.

Jede der grossen rundlichen Hohlzellen besitzt einen Nucleus mit Nucleolus, der zuerst von EILHARD SCHULZE nachgewiesen wurde und bei dünnen Schnitten an einem grossen Theil der Zellen auf das deutlichste zur Anschauung zu bringen ist (Fig. 14, I—IV). Derselbe ist immer wandständig, entweder in das Lumen der Zelle oder in die umgebende Cellulosesubstanz hineinragend. Den Inhalt der Hohlzellen bildet zum allergrössten Theil kein Protoplasma, sondern eine wasserhelle, klare Flüssigkeit (Fig. 12. 13). Daher färben sich die Kugeln mit Carmin nur schwach und stellenweise. Ausser dieser Flüssigkeit findet sich noch eine sehr geringe Menge Protoplasma vor. SCHACHT beschreibt dasselbe als eine Zellmembran, die sich genau wie der Primordialschlauch der Pflanzenzelle verhalten soll, zierlich gefaltet sei, kleine Körnchen enthalte und durch Jod und Schwefelsäure sich braun färbe, sowie durch Schwefelsäure allein zusammenschrumpfe. EILHARD SCHULZE fasst diese Membran als äussere Protoplasmaschicht auf, in welcher auch der Kern liegen und durch deren Umwandlung die Cellulosemasse entstehen und die Kugelzellen sich verkleinern sollen. Die

Existenz einer äusseren continuirlichen Protoplasmaschicht kann ich nicht bestätigen. Nur um den Kern beobachtete ich jeder Zeit eine mehr oder minder bedeutende die Cellulosewand eine Strecke weit bekleidende, mit Carmin sich färbende, körnige Masse, von welcher zarte Fäden an der Aussenwand der Kugel ausstrahlen (Fig. 14, II).

Die Bilder, welche Eilhard Schulze als Theilung von Kugelzellen beschreibt, habe ich ebenfalls bei Phallusien erhalten (Fig. 15); ich kann aber in ihnen nicht Theilungsvorgänge erblicken, sondern nur Formen, die nothwendigerweise entstehen müssen, wenn zwei grosse mit Flüssigkeit gefüllte Blasen, an Volum noch wachsend, an einer Seite mit ihren Wänden zusammenstossen und sich so gegenseitig abplatten. Zu Gunsten dieser Auffassung spricht der Umstand, dass sich nicht nur zwei, sondern Reihen von drei, vier, fünf und mehreren solchen nebeneinandergelagerten Zellen vorfinden, von denen die mittleren zwei durch den doppelten Druck abgeplattete Wände besitzen. Dieselben sind zuweilen faltig zusammengeschoben. Andere Bilder, die für Theilungsvorgänge in den grossen Kugelzellen sprechen könnten, habe ich nicht erhalten und folgere daraus, dass dieselben überhaupt theilungsunfähig sind.

Die Unmöglichkeit der Entstehung von Bindegewebszellen aus den kugligen Gebilden lässt sich endlich noch durch eine kleine Berechnung nachweisen. Zählt man nämlich auf der inneren Schicht des Cellulosemantels, wo sich fast nur Bindegewebszellen vorfinden, deren Anzahl auf einem bestimmten Raum und zählt ferner in der Mitte des Mantels die Anzahl der Kugelzellen auf einem gleichen Raume, so fällt letztere 3 — 5 mal niedriger aus, während sie nahezu gleich sein müsste. Dasselbe Missverhältniss ergiebt sich, wenn wir die Grundmasse, die einer zwischen zwei oder drei Kugelzellen gelagerten sternförmigen Zelle zukömmt, mit der Grösse der Kugelzellen vergleichen.

Es bleibt jetzt die Frage nach der Entstehung der Kugelzellen zu beantworten übrig. Betrachtet man dünne Schnitte von Phallusia mamillata, so fällt es auf, dass am Cellulosemantel eine innere Schicht existirt, in der sich nur ganz vereinzelt eine Kugelzelle findet (Fig. 12). Dieselbe ist gewöhnlich kleiner, als an anderen Stellen des Mantels. Dagegen zeigen sich in der hyalinen Grundsubstanz zahlreiche, stark verästelte Bindegewebszellen. Untersucht man dieselben mit stärkerer Vergrösserung, so besteht ein Theil derselben durchweg aus Protoplasma, ein anderer dagegen zeigt nur am Rande, wo die Ausläufer austreten und besonders in der Umgebung des Kernes Protoplasma, dazwischen eine davon freie, mit Flüssigkeit erfüllte Stelle (Fig. 12. *e*, Fig. 16). Diese Bindegewebszellen sind theils gestreckt, theils nehmen sie eine rundliche Gestalt an, die fast vollkommen kuglig werden kann.

Ausserdem sieht man in dieser Gegend nicht selten Kugelzellen, die 5—10mal kleiner sind, als die grössten derartigen Blasen. Bei der zweiten von mir untersuchten Phallusia-Species sind im ganzen Mantelgewebe die grossen Kugelzellen seltener; dagegen finden sich ausser zahlreichen sternförmigen Zellen überall durch den Mantel zerstreut zahlreiche kleine bläschenförmige Körper mit Ausläufern, wie Sternzellen, die wandständiges Protoplasma mit einem Kern und ein Flüssigkeitströpfchen im Innern besitzen, mithin vollkommen sehr kleinen Kugelzellen gleichen (Fig. 16, II. III.). Endlich lässt sich in einzelnen Fällen, besonders bei Jod- und Schwefelsäurebehandlung beobachten, dass auch von der Umgebung der Kerne grosser Kugelzellen in die Cellulosemasse Protoplasmaausläufer ausgehen (Fig. 14, III).

Ich glaube in diesen verschiedenen Bildern die Entstehung der Kugelzellen vollständig vor Augen zu haben. Wir haben uns dieselbe so vorzustellen. In den einfachen Bindegewebszellen, welche im Mantel aller Tunicaten vorkommen und aus eingewanderten Epidermiszellen entstanden sind, sammelt sich bei einigen Arten Flüssigkeit im Innern an. Die sternförmige Zelle wird dadurch nach und nach viel grösser und nimmt eine rundliche oder selbst kugelige Gestalt an. Der Kern wird an die Wand gedrängt. Das Protoplasma bekleidet in einer dünnen Schicht, um den Kern dichter angehäuft, die Wand des so entstandenen Bläschens. Wird die Flüssigkeitsmenge bedeutender, so reicht schliesslich das Protoplasma nicht mehr aus, um als geschlossene Membran den flüssigen Inhalt zu umhüllen. Es bleibt allein um den Nucleus angehäuft und schickt von da einzelne Fäden an der Kugelinnenfläche hin, wie solche auch in die umgebende Cellulosemasse von ihm ausstrahlen. Für diesen Process der flüssigen Zellinfiltration bieten sich uns Analoga in dem blasigen Bindegewebe der Arthropoden und Mollusken, den Chordazellen und auch in den Fettzellen der Wirbelthiere. Alle diese Zellen sind Gebilde, die wir uns durch Ansammlung einer flüssigen Substanz in dem Protoplasma einfacher Bindegewebszellen entstanden denken müssen. Die Lebensthätigkeit der Bindegewebszelle durchläuft hier zwei Phasen: In der ersten Phase bildet sie äussere, in der zweiten innere Plasma-Producte (Haeckel, generelle Morphologie, Vol. I. pag. 281). In der ersten Phase entwickelt sich die Cellulose, die nach aussen abgesetzt wird. In der zweiten Phase dagegen sammelt sich flüssig bleibende Substanz im Innern der Zelle an und bildet so eine Blase. Die Wand dieser Blase wird zuerst von einer sehr dünnen Protoplasmaschicht, später nach deren Durchbruch theilweise von der festen Zwischenmasse der Cellulose-Grundsubstanz gebildet. Auch fand ich einzelne Blasenzellen vor, deren Wand mit einem körnigen Beleg

von Kalksalzen bedeckt war. Durch Carmin wurde derselbe nicht gefärbt, und auf Säurezusatz lösten sich die Körnchen unter Entwickelung von Luftblasen auf.

Einen Befund will ich nicht unerwähnt lassen, welchen ich bei Phallusia mamillata selten, häufig bei der zweiten Phallusienart angetroffen habe; nämlich Kugelzellen mit zwei, drei und mehr wandständigen, und von gesonderten Protoplasmamassen eingehüllten Kernen (Fig. 11, V. VI.). Die Anzahl dieser von einem Protoplasmahof umgebenen Kerne war in einzelnen Fällen so bedeutend und ihre Lage derart, dass sie den Schein einer besonderen, die Innenwand des Raumes auskleidenden unvollständigen Epithelschicht hervorriefen. Ich lasse es dahingestellt, ob wir uns diese Gebilde durch Theilung der ursprünglichen Bindegewebszelle entstanden denken sollen oder durch Verschmelzung mehrerer benachbarter Blasenzellen oder durch Einwanderung beweglicher Zellen in eine schon entwickelte Blasenzelle. Es reiht sich dieses Bindegewebe naturgemäss an das als blasiges Bindegewebe von Leydig bezeichnete an.

Ueber die Vertheilung der Bindegewebszellen mit Ausläufern und der kugligen Blasen im Mantel von Phallusia mamillata ist noch Einiges hinzuzufügen. In Betreff dieses Punktes verweise ich zugleich auf Schachts' Arbeit, der dieses Verhältniss genau und zutreffend geschildert hat. An der Innenseite der Celluloseschicht, nach aussen vom Mantelepithel, folgt eine ziemlich ansehnliche homogene Schicht mit gestreckten Bindegewebszellen, deren Längsaxe der Mantelfläche parallel gerichtet ist (Fig. 12). Vereinzelt kommen auch kleine Kugelzellen in dieser Schicht vor. Auf diese folgt die blasige Gewebsschicht. Anfangs sind die einzelnen Blasen noch etwas kleiner und durch beträchtlichere Zwischensubstanz getrennt; mehr von der Innenfläche entfernt erreichen sie ihre grösste Ausdehnung und dann bildet die Zwischensubstanz meist nur noch zarte Zwischenwände. Rings um die Gefässe zeigt sich ein dem entsprechendes Verhältniss (Fig. 13): zunächst dem Epithel eine mehr oder minder beträchtliche homogene Schicht mit reichlichen Bindegewebszellen; dann folgt die Blasenschicht, welche zuerst mit kleinen und durch reichlichere Zwischenmasse getrennten Kugelzellen beginnt. Ganz auf der Aussenseite des Mantels liegen zerstreute Haufen von grünlich-braunen Pigmentzellen, welche die Tüpfelung auf der Oberfläche von Phallusia mamillata hervorrufen.

Eine sehr interessante und bis dahin bei den Tunicaten noch nicht bekannte Bindegewebsart traf ich bei Phallusia cristata an. Bei dieser Art befindet sich nämlich zwischen dem Muskelschlauch und dem dünnen Mantel ein ziemlich beträchtlicher Zwischenraum. Der Mantel ent-

hält ebenfalls die beschriebenen Kugelzellen, aber keine Gefässe. Ich schnitt ein Loch in den Mantel, um die austretende Flüssigkeit zwischen ihm und dem Muskelschlauch zu untersuchen. Unter dem Mikroskop fand ich den Objectträger mit frei herumschwimmenden Kugelzellen bedeckt, bestehend aus einer zarten Membran mit Flüssigkeit im Innern, einem wandständigen Kern mit Protoplasma und feinen, von diesem ausgehenden Fäden (Fig. 14, I. II.). Die Zellen sind sehr zart und wasserreich, denn an den in Alkohol conservirten Thieren fand ich sie nachträglich ganz geschrumpft und unkenntlich. Die Kugelzellen sind also hier durch eine flüssige Intercellularsubstanz von einander getrennt. So erklärte sich zugleich auf einfache Weise der anfangs befremdende Befund, dass Mantel und Muskelschlauch durch einen Hohlraum getrennt sein sollten. Eine Lücke war nicht vorhanden. Flüssiges Bindegewebe füllte sie aus. Hierdurch aufmerksam geworden, liess ich bei anderen Phallusien (parallelogramma, intestinalis), wo der Muskelschlauch frei im äusseren Mantel zu hängen scheint, Flüssigkeit austräufeln und entdeckte in dieser ebenfalls eine Menge von kleinen sternförmigen nackten Zellen, welche in Grösse und Kern den Bindegewebszellen des Gallertmantels entsprachen und amöboide Bewegungen ausführten. Mit der stärksten Vergrösserung betrachtet, änderten sie ihre Form jeden Augenblick, indem sie bald hier, bald da einen Fortsatz ausstreckten und wieder einzogen. Fig. 25 *a*—*g* giebt die Formveränderungen wieder, welche eine und dieselbe Zelle im Verlauf von weniger als zehn Minuten durchmachte. In diesem Falle haben wir ein Bindegewebe mit ganz flüssiger Intercellularsubstanz, von kleinen, amöbenartigen Zellen belebt, vor uns.

Eine andere Form der Bindesubstanz treffen wir bei den Cynthien und ihren Verwandten an. War bei den bisher geschilderten Ascidien die Zwischensubstanz homogen, so ist sie hier, in mehr oder minder hohem Grade bei den einzelnen Arten, fasrig zerfallen. In geringerem Grade fasrig ist der Mantel von Cynthia canopus, C. polycarpa, C. echinata, in höherem bei C. mytiligera, C. microcosmus und besonders C. papillata. Während bei den meisten die Faserzüge in einer Richtung verlaufen und sich durchflechten (Taf. VI. Fig. 26, 29, 30), bemerkt man bei Cynthia papillata zwei Systeme von Faserzügen, die sich unter rechtem Winkel kreuzen, und in der ganzen Dicke der Mantelsubstanz mit einander abwechseln (Fig. 27, *e*, *f*). In Eilhard Schulze's Arbeit ist dieses Verhältnisses eingehender geschildert.

Die eigentlichen Formelemente sind bei allen Arten kleine Spindelzellen mit einem stäbchenförmigen Kern, deren Grösse nach den Species geringe Differenzen darbietet. Sie werden in dem einen Mantel reich-

licher, in dem anderen spärlicher angetroffen (Fig. VI. Fig. 26, 28, 29, 30). Diese langgestreckten Bindegewebszellen können weiterhin Veränderungen eingehen. Wie bei den Tunicaten mit homogener Zwischensubstanz das Gewebe durch die flüssige Infiltration eigenthümlich verändert wurde, so tritt bei den Cynthien eine Pigmentinfiltration an deren Stelle. Dabei nehmen die früheren Zellen an Umfang um das Zwei-, Drei- und Mehrfache zu, werden körnig und enthalten einen gelben oder braunen Farbstoff, der den Kern meist nicht mehr erkennen lässt. Bei Cynthia polycarpa, C. canopus, C. echinata treten Pigmentzellen nur vereinzelt auf (Fig. 29. *d*), dagegen massenhaft bei C. papillata und C. microcosmus (Fig. 27. *d*, 30. *d*). Bei ersterer liegen sie schon der Epithelschicht dicht an und nehmen von da nach aussen mehr und mehr ab, indem sie allmählich zu einem körnigen Detritus zerfallen. Bei Cynthia microcosmus hüllen sie die Mantelgefässe dicht ein und treten oft so reichlich auf, dass Pigmentzelle an Pigmentzelle liegt. Wie schon bemerkt, haben wir dieselben auch da, wo sie zuweilen ganz dicht dem Epithel eines Gefässes anliegen, als Abkömmlinge der gestreckten Bindegewebszellen zu betrachten, deren Ursprung wir wiederum von ausgewanderten Epidermiszellen abzuleiten haben.

Nach aussen geht das Mantelbindegewebe fast stets in einen gelben Saum über, der die Cellulosereaction nicht liefert.

Noch einiger Bildungen will ich gedenken, die durch besonderes Wachsthum des Bindegewebes an einzelnen Stellen hervorgerufen werden und gar zierliche, regelmässige Formen bilden können. Als solche interessiren uns die Stachelbildungen bei Cynthia papillata und jene Dornen, denen Cynthia echinata ihren Namen verdankt. Hier finden sich an der ganzen Manteloberfläche zapfenartige Verlängerungen. Ein jeder dieser Zapfen ist vollkommen solide, an seiner Spitze etwas verdickt, und trägt auf der Verdickung einen mittleren, längeren Stachel, und um diesen im Kreise herum 8—12 horizontal gestellte und zuweilen gablig getheilte kleinere Stacheln, die wieder mit Stachelchen besetzt sind (Fig. 32). Zwischen den ziemlich gedrängt stehenden Zapfen sind die Zwischenräume noch mit kleinen Stacheln bedeckt. Dadurch erhält das Aeussere dieser Species ein ungemein charakteristisches Aussehen, das mit einem Stechapfel oder noch besser mit manchen Cactusformen, besonders Melocactus, sich vergleichen lässt. Stacheln und Manteloberfläche sind mit der gelben, die Cellulosereaction nicht liefernden, dünnen hornartigen Schicht bedeckt.

Eine andere eigenthümliche Bildung producirt das Bindegewebe des Mantels von Cynthia mytiligera. Es entspringen von seiner Oberfläche viele, 1—2 Zoll lange rankenförmige Ausläufer (Fig. 33). Dieselben

sind vollkommen solide und bestehen ganz aus Bindegewebe, in dem grosse gelbe Pigmentzellen liegen. Die Pigmentzellen zeigen einen doppelten Contour, was auf eine besondere Membran hinweist, und besitzen einen deutlichen Kern (Fig. 31). Im übrigen Mantel kommen sie selten vor. Mit diesen Ranken verkleben und verkitten sich Sandkörner, Mollusken-Schaalen, Trümmer von Echinodermen-Skeleten und andere Bestandtheile des Meeresbodens, so dass die Cynthia oft ganz dicht mit einer Masse von fremden Körpern bedeckt ist.

6. Wachsthum des Ascidien-Mantels.

Wie wir von der Epidermiszellenlage die erste Entstehung des Mantels haben ausgehen sehen, so müssen wir auch in dieser die hauptsächlichste Quelle seines weiteren Wachsthums erblicken. Wir werden daher zunächst auf diese für den Mantel so wichtige Bildung noch einige Blicke werfen.

Die Epidermiszellenlage ist einschichtig. Die Zellen sind plattenförmig oder fast kubisch, von rundlichem oder polygonalem Umriss. Bei den Salpen haftet das Epithel, wenn man äussere und innere Mantellage trennt, zum Theil dieser, zum Theil jener an, und ist wegen seiner sehr zarten Beschaffenheit oft nur schwer wahrzunehmen. Die Zellen sind gross und sehr flach (Taf. V. Fig. 18). Bei Phallusien sind die Epithelzellen von einander durch eine mässige Menge Zwischensubstanz getrennt. Ihre Grösse ist geringer als bei Salpa costata (Fig. 17). Ganz ebenso verhält sich das Epithel an den Mantelgefässen und Endkolben von Phallusia mamillata, wo es dem Beobachter leicht entgeht (Fig. 22). Bei den Cynthien sind die Epithelzellen meist noch etwas kleiner als bei den vorhergehenden; in den Stolonen und Gefässen sind sie mehr spindelförmig gestreckt (Fig. 28. *a*). Von Cynthia papillata beschreibt Eilhard Schulze (abweichend von Löwig und Kölliker) ein schönes, grosses Cylinderepithel, von dessen Existenz ich mich indessen nicht habe überzeugen können. Auch hier beobachtete ich nur das schon erwähnte, kleinzellige, platte Epithel, welches nach innen der Musculatur dicht aufliegt und nach aussen unmittelbar streckenweise von den Pigmentzellen bedeckt wird, so dass man es auf Querschnitten schwer sieht. Dagegen kann man es in ganzer Ausdehnung leicht darstellen, sobald man die Musculatur vom äusseren Mantel abzieht. Derselben haftet bei dieser Operation die Epithelschicht an und man hat jetzt nur noch von der so erhaltenen Lamelle die Muskelbündel vorsichtig abzutragen, um ihrer ansichtig zu werden. An Stellen, wo man vom Cellulosemantel die

Zellenlage abgestreift hat, sieht man noch deutlich die Contouren der einzelnen Zellen, indem jede in einer kleinen Aushöhlung der Cellulosesubstanz gleichsam in diese eingelassen liegt. Auf Querschnitten fällt auf, wie die Zellen meist eine dachziegelförmige Anordnung zeigen und einzelne mit einer Spitze in die Cellulosemasse hineinragen. Häufig liegen langgestreckte Bindegewebszellen der Epithelschicht dicht an und machen durchaus den Eindruck, als ob sie kürzlich vom Epithel aus in die Grundsubstanz ausgetreten seien (Fig. 26. *a*, *b*). Günstige Objecte für solche Beobachtungen bietet die Mantelbasis von Cynthia polycarpa, in welche stolonenartige Fortsätze hineinragen (Fig. 28. *b*, *b*). Hier sieht man deutlich, wie um die Einstülpungen herum die Bindegewebszellen grösser, protoplasmareicher und häufiger sind, zuweilen dem Epithel dicht anlagern oder halb aus demselben hervorragen.

Alle diese Bildungen deuten darauf hin, dass das Dickenwachsthum des Mantels hauptsächlich von der Epidermis aus erfolgt, sowohl von der die Innenseite des Mantels, als von der die Stolonen und Blutgefässe auskleidenden Epithelialzellenschicht. Ebenso wie die erste Entstehung erfolgt auch das weitere Wachsthum durch Ausscheidung einer celluloseartigen Grundsubstanz und Einwandern einzelner Epithelzellen in dieselbe, welche dann weitere Metamorphosen eingehen können. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, erklären sich uns verschiedene Bildungen, deren schon früher Erwähnung gethan wurde. Ich erinnere an die Verhältnisse von Phallusia mamillata, wo wir eine homogene Schicht, in der fast nur kleine Bindegewebszellen liegen, an der Innenseite des Mantels und um die Gefässe, also überall zunächst dem Epithel vorfinden, und erst weiter nach aussen kleinere Kugelzellen auftreten sehen (Fig. 12, 13). Diese Anordnung erklärt sich von selbst aus dem eben beschriebenen Wachsthum und aus der Voraussetzung, dass die Kugelzellen aus Bindegewebszellen hervorgehen. Ferner haben wir hervorgehoben, wie bei Cynthia papillata und C. microcosmus an der Innenseite des Mantels die Pigmentzellen massenhaft angehäuft sind, nach aussen abnehmen und öfters körnig zerfallen (Taf. VI. Fig. 27, 30). Endlich ist noch zu betonen, wie bei den Cynthien, besonders papillata, eine schichtenweise Ablagerung der Mantelsubstanz sich bemerkbar macht (Fig. 27).

Hierbei bleibt nicht ausgeschlossen, dass auch durch Theilung der schon im Cellulosemantel liegenden Bindegewebszellen und weitere Ausscheidung von Cellulose aus ihnen das Mantelwachsthum gefördert werden könne. Jedenfalls aber wird dieses das untergeordnete sein, da in den meisten Fällen die secretorische Zellthätigkeit eine andere Richtung eingeschlagen zu haben scheint: in der Bildung von Pigment

und der Ansammlung von Flüssigkeit in dem Protoplasmakörper der Zellen selbst.

Die gewonnenen Resultate der vorliegenden Untersuchung lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Der Cellulosemantel der Tunicaten (Tunica externa) und die bindegewebige innere Körperschicht (Tunica interna) hängen bei allen Tunicaten mehr oder minder innig zusammen, sind jedoch stets durch eine einzige zusammenhängende epitheliale Zellenlage, die eigentliche Epidermis, getrennt. Bei Phallusia intestinalis, P. cristata etc. wird nur der Schein einer weiteren Trennung hervorgerufen, indem den angeblichen Zwischenraum flüssiges oder halbflüssiges Bindegewebe ausfüllt.

2. Die Celluloseschicht setzt sich an der Ingestions- und Egestionsöffnung eine Strecke weit über die innere Körperschicht fort, ohne irgendwo in dieselbe überzugehen.

3. Auch im Inneren des Tunicatenkörpers kann ein Bindegewebe vorkommen, das die Cellulosereaction des Mantels liefert, so im Muskelschlauch und am Darm von Cynthia mytiligera.

4. Die Musculatur bildet bei den Ascidien (nicht bei den Salpen und ihren Verwandten) ein System von sich kreuzenden glatten Muskelfaserbündeln, in deren Interstitien die wandungslosen Blutgefässe verlaufen. Bei gut entwickelter Musculatur lassen sich zwei Längsfaserlagen und eine sie trennende Ringfaserlage unterscheiden.

5. Die Blutgefässe im Mantel von Phallusia mamillata führen kein eigenes inneres Epithelium und gehören ihrer Entstehung und ihrem Bau nach noch zur inneren Leibesschicht; sie sind überall durch Mantelepithel (Epidermis) und eine dünne Lage aus der inneren Tunica ausgestülpten Bindegewebes von der Cellulosemasse getrennt. Eine ganz gleiche Gefässeinrichtung findet sich im Mantel von Cynthia microcosmus. Beide sind den Stolonenbildungen, wie sie namentlich an der Basis des Mantels vorkommen, homolog.

6. Der Cellulose-Mantel ist keine persistente Eihaut. Er entsteht nicht aus den Testazellen, sondern zunächst als Cuticularbildung von den Epidermiszellen aus. Dieses Stadium findet sich dauernd erhalten im Mantel von Doliolum und Appendicularia, in dem sich keine Formelemente vorfinden. Später wandern bei den Ascidien Epidermiszellen in den Mantel ein und bilden seine ursprünglichsten und auf einem gewissen Stadium allen Ascidien-Arten in derselben Form zukommenden zelligen Elemente. Die ursprüngliche Cuticularschicht der Epidermis verwandelt sich also später durch Zelleneinwanderung in wirkliche cellulose Bindesubstanz.

7. Auch das Dickenwachsthum des Mantels findet später hauptsächlich von der Epidermis aus statt, wie die Befunde auf Querschnitten und die Vertheilung der Stern- und Blasenzellen bei Phallusia sowie der Spindel- und Pigmentzellen bei Cynthia lehren.

8. Das Bindegewebe des Cellulose-Mantels bildet sich später nach zwei verschiedenen Typen weiter aus: erstens solches mit homogener Zwischensubstanz, und zweitens solches mit fasrig zerfallener Intercellularsubstanz. Die Formelemente des ersteren sind besonders Sternzellen. Durch Flüssigkeits-Ansammlung im Inneren gehen aus ihnen die Kugelzellen oder Blasenzellen im Mantel der Phallusia mamillata hervor. Die Formelemente der fasrigen Bindegewebsart sind kleine Spindelzellen. Durch Pigmentaufnahme entstehen aus ihnen die zweifach oder mehrfach grösseren Pigmentzellen.

9. Die höchste Organisation erreicht in Folge der eigenthümlichen secundären Vascularisation der Mantel von Phallusia mamillata und Cynthia microcosmus.

10. Das sogenannte polygonale Mantelepithel, zwischen der cellulosen Tunica externa (Cuticula) und der bindegewebigen Tunica interna (Cutis), ist die eigentliche Epidermis der Tunicaten.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Ingestionsöffnung von Salpa costata.
A Cellulosemantel (Cuticula).
B Tunica interna (Cutis).
C Mantelepithel (Epidermis).
a Bindegewebszellen.
b Blutraum.
c Inneres Epithel (Fortsetzung der Epidermis).
d Ringmuskelbündel.

Fig. 2. Schnitt durch den Stock einer compositen Ascidie (Botryllus sp.)
Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 3. Querschnitt durch die Leibeswand von Cynthia canopus.
Bezeichnungen *a*—*d* wie in Fig. 1.
e Aeussere Längsmuskelschicht.
f Innere Längsmuskelschicht.
g Eierstock.
h Kuglige Anhäufungen von Zellen im Mantel.

Fig. 4. Längsschnitt durch die Ingestionsöffnung von Cynthia polycarpa.
Bezeichnungen wie in Fig. 3.

Fig. 5. Schematische Darstellung eines Mantelgefässes von Phallusia mamillata.
h Hinleitendes Gefäss.
r Rückleitendes Gefäss.
k Endkolben.

Fig. 6—8. Schematische Darstellung beginnender Mantelgefässbildung von Phallusia mamillata. (Fig. 6 früheres, Fig. 7—8 weiter entwickelte Stadien.
r h k wie in Fig. 5.
m Mantelepithel.
n Bindegewebe, das die Innenwand des Gefässes bildet.
p Bindegewebslamelle, welche auf- und absteigenden Arm trennt; in Fig. 7 schraffirt dargestellt; ebenso in Fig. 8, wo sie sich in die Arme p^1 und p^2 theilt.

Fig. 9. Junger Embryo von Phallusia mamillata, mit Jod und Schwefelsäure behandelt.
A Cellulosehülle.
E Leib des Embryo.
y Eihülle.
t Testazellen.

Fig. 10. Ausgeschlüpfter Embryo von Phallusia mamillata, dessen Schwanz sich schon rückgebildet hat.
A B E wie oben.
R Reste anklebender Eihüllen.

Sch Cellulosehülle des rückgebildeten Schwanzes.
a t wie oben.

Fig. 11. Ein kleines Stück vom Cellulosemantel eines Embryo von Phallusia mammillata.
x Eine Zelle, welche aus der Epidermis in die Cuticula einwandert.

Tafel V.

Fig. 12. Schnitt durch den Cellulosemantel von Phallusia mamillata.
a Epithelzellen (Epidermis).
b Ausgewanderte Epithelzellen.
c Gestreckte Bindegewebszelle.
d Sternförmige Bindegewebszelle.
e Beginnende Infiltration der Bindegewebszellen.
f Kuglige Abrundung der infiltrirten Zellen.
g Grosse Kugelzelle.

Fig. 13. Schnitt durch den Mantel von Phallusia mamillata. Zwei Gefässe sind durchschnitten.
Bezeichnungen *a*—*g* wie in Fig. 12.
h Hinleitendes Gefäss.
r Rückleitendes Gefäss.
p Trennungslamelle.

Fig. 14. Blasenzellen (Kugelzellen).
I u. II Freie Blasenzellen aus dem Mantel von Phallusia cristata.
III Zelle aus dem Mantel von Phallusia mamillata, mit einer Sternzelle durch Ausläufer verbunden.
IV Zelle von ebendaher, mit in die Cellulosemasse hineinragendem Zellkern.
V u. VI Kugelzelle mit zwei oder mehr Kernen mit Protoplasma.

Fig. 15.
I und II Zwei und mehr bei ihrem Wachsthum sich gegenseitig abplattende Kugelzellen von der innern Mantelschicht von Phallusia.

Fig. 16. Bindegewebszellen, in denen sich Flüssigkeit ansammelt, von Phallusia mamillata.

Fig. 17. Mantelepithel (Epidermis) von Phallusia mamillata.

Fig. 18. Mantelepithel (Epidermis) von Salpa costata.

Fig. 19. Reich verästelte Bindegewebszellen aus dem Sattel im Mantel von Phallusia mamillata.

Fig. 20. Verschiedene Formen von Bindegewebszellen I, II, III, IV aus dem Mantel von Salpa costata.

Fig. 21. Zellen aus dem Mantel von Phallusia intestinalis.

Fig. 22. Epithel eines Gefässendkolbens von Phallusia mamillata.

Tafel VI.

Fig. 23. Querschnitt durch das Bindegewebe des Muskelschlauchs von Cynthia mytiligera.
a Bindegewebszelle.

b Bindegewebszelle mit wenigen Fasern umgeben.
c Bindegewebszelle in einem Faserknäuel.
d Faserknäuel ohne Zelle.
e Bindegewebsfasern.

Fig. 24. Bindegewebe aus der Darmwand von Cynthia mytiligera.
Bezeichnungen wie bei Fig. 23.

Fig. 25. Verschiedene Formen einer amöboiden Zelle aus dem flüssigen Bindegewebe von Phallusia parallelogramma.

Fig. 26. Querschnitt durch den Mantel von Cynthia canopus.
a Mantelepithel.
b Ausgewanderte Epithelzelle.
c Spindelförmige Bindegewebszelle.

Fig. 27. Querschnitt durch Muskelschlauch und Mantel von Cynthia papillata.
A Muskelschlauch.
B Mantel.
a—*c* wie in Fig. 26.
d Pigmentzelle.
e, *f* } abwechselnde Faserlagen

Fig. 28. Stolonen aus der Mantelbasis von Cynthia polycarpa.
a b c wie in Fig. 26.

Fig. 29. Mantel von Cynthia polycarpa.
c d wie in Fig. 26.

Fig. 30. Querschnitt durch den Mantel von Cynthia microcosmus.
a c d wie oben.
g Bindegewebszellen der inneren Tunica.
h Hinleitendes Gefäss.
r Rückleitendes Gefäss.
p Trennende Lamelle.

Fig. 31. Pigmentzelle aus den Ranken von Cynthia mytiligera.

Fig. 32. Mantelfortsätze von Cynthia echinata.

Fig. 33. Ranke von der Manteloberfläche von Cynthia mytiligera.

Beiträge zur Kenntniss des Baues der Ascidien.

Eine akademische Preisschrift

von

Richard Hertwig,

stud. med. aus Mühlhausen.

Hierzu Taf. VII. VIII. IX.

I. Allgemeine Bemerkungen über die Morphologie der Ascidien.

Die überraschenden Entdeckungen, welche vor vier Jahren Kowalewsky über die embryonale Entwickelung der Ascidien veröffentlichte, haben die Aufmerksamkeit der Zoologen dieser merkwürdigen Thiergruppe in einem früher unbekannten Maasse zugewendet. Die höchst interessante und wichtige Uebereinstimmung, welche nach jenen, inzwischen von Kupffer bestätigten Entdeckungen in der individuellen Entwickelung zwischen diesen niedrig organisirten Würmern und dem niedrigsten Wirbelthiere, dem Amphioxus, besteht, hat einen gänzlich unerwarteten Lichtstrahl in die dunkle Stammesgeschichte der Thiere hinein fallen lassen. Denn eingedenk des innigen ursächlichen Zusammenhanges, welcher zwischen der Ontogenie und der Phylogenie der Organismen, zwischen der individuellen Entwickelungsgeschichte des Thieres und der paläontologischen Geschichte seiner Vorfahren besteht, muss man aus jener ontogenetischen Uebereinstimmung zwischen Amphioxus und den Ascidien unmittelbar den höchst wichtigen phylogenetischen Schluss ziehen, dass die gemeinsame Stammform aller Wirbelthiere unter allen uns bekannten Thierformen mit den Ascidien die nächste Verwandtschaft besessen und mit ihnen aus einer gemeinsamen älteren Stammform sich entwickelt hat.

Unsere anatomischen Kenntnisse vom Baue der Ascidien befinden sich dagegen noch heute in einem Zustande von Unvollkommenheit, der

zu jenen embryologischen Aufschlüssen einen starken Gegensatz bildet. Seit Savigny's klassischer Arbeit, den unübertroffenen »Recherches anatomiques sur les Ascidies« etc. sind im Ganzen nur wenige und unbedeutende Fortschritte in der Anatomie der Ascidien gemacht worden. Noch heute sind wir vollkommen im Unklaren, welche Bedeutung einzelnen, für die Tunicatengruppe charakteristischen Organen, dem Endostyl, der Bauchrinne, der Flimmergrube etc. zuzuschreiben ist. Was da Leber ist, ob eine Niere vorhanden und wie gebaut, sind noch ungelöste Fragen. Bei mehreren Ascidien sind sogar die Geschlechtsorgane noch unbekannt.

Um dieses Dunkel etwas aufzuhellen und die morphologische Kenntniss der Tunicaten zu fördern, hatte die philosophische Facultät der Universität Jena zur Bewerbung um den Preis der Herzoglich Sachsen-Altenburgischen Josephinischen Stiftung für das Jahr 1870 die Aufgabe gestellt: »Durch neue, selbstständige Untersuchungen soll die Morphologie der Tunicaten und insbesondere die Entwickelungsgeschichte ihres Mantels aufgeklärt werden.«

Zur Beantwortung eines Theiles dieser Aufgabe wurden die nachstehend mitgetheilten Untersuchungen unternommen, welche den dafür ausgesetzten Preis erhielten. Das anatomische Material für dieselben lieferte eine Reihe von Ascidien aus dem zoologischen Museum in Jena, welche in Spiritus vortrefflich conservirt waren. Dieselben wurden mir mit der grössten Liberalität von meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Haeckel zur Verfügung gestellt, dem ich hierbei zugleich für seinen freundschaftlichen Rath meinen herzlichsten Dank abstatte. Später konnte ich die an den Weingeist-Präparaten angestellten Untersuchungen noch wesentlich durch Beobachtungen an lebenden Ascidien ergänzen, welche ich auf der Insel Lesina, an der Küste des südlichen Dalmatiens, in grosser Menge erhielt.

Obgleich meine Untersuchungen zu meinem Bedauern sehr unvollständig geblieben sind und keinen Anspruch darauf machen können, volles Licht in die vielen dunkeln Theile der Ascidien-Anatomie zu bringen, so hoffe ich doch, dass wenigstens einige Theile derselben dadurch wesentlich werden aufgeklärt und damit zugleich Anregung zu weiteren Untersuchungen gegeben werden. Ich werde zunächst die anatomischen Verhältnisse des Perithoracalraums, sodann den Endostyl und die Bauchrinne, und endlich den Bau des Darmes und der Leber erörtern.

II. Perithoracalraum.

Das Verhältniss der Leibeshöhle der Ascidien zur Kieme und zu dem die Kieme umgebenden Perithoracalraum wird in den verschiedenen anatomischen Beschreibungen der Ascidien verschieden angegeben. Die meisten Darstellungen lassen die Leibeshöhle und den Perithoracalraum ungetrennt in einander übergehen. Die einfache Ueberlegung, dass die Leibeshöhle der Blutflüssigkeit zur Circulation dient und dass der Perithoracalraum durch die Egestionsöffnung und indirect durch die Kiemenspalten und die Ingestionsöffnung nach aussen mündet, lässt das Unzureichende dieser Auffassung klar hervortreten. Bei Untersuchung dieser Theile kam ich auf Verhältnisse, die mit den von Milne Edwards bei verschiedenen Compositen-Ascidien beschriebenen entweder übereinstimmen oder auf dieselben zurückgeführt werden können, und nur in wenigen thatsächlichen Punkten und in der Deutung der Verhältnisse weiche ich von dem genannten Forscher ab.

Nach Milne Edwards (Observations sur les Ascidies composées pag. 234) liegt bei den zusammengesetzten Ascidien der Kiemensack frei innerhalb einer ihn allseitig umgebenden und nur an bestimmten Stellen mit ihm in Verbindung tretenden Membran. Dieselbe bildet einen Sack, dessen Anheftungsstellen an die Kieme durch mehrere bei den Clavellinen gelb gefärbte Linien markirt sind; nämlich: 1) durch zwei horizontale Linien, die je einen Ring um die Ingestionsöffnung und den Oesophaguseingang bilden (Taf. VII. Fig. 1. *c d*); 2) durch zwei verticale Linien, welche beiderseits des Thoracalsinus (des ventralen Blutsinus und des über demselben liegenden Endostyls) vom Anfang zum Ende der Kieme herabziehen (Fig. 1. *b b*), demnach die beiden Kreise (*c* u. *d*) verbinden. Später beschreibt Milne Edwards Anheftungen an den Muskelschlauch (*m*) längs einer gelben Linie, welche von der Ingestions- zur Egestionsöffnung geht und um letztere einen Kreis beschreibt (Taf. VII. Fig. 1. *a*).

Den zwischen der Kieme und dieser Haut-Lamelle liegenden Raum nennt er Perithoracalraum und den unterhalb der Egestionsöffnung gelegenen dorsalen Abschnitt desselben (wegen seiner Beziehung zu den Mündungen des Darms und der Geschlechtsorgane) die Cloake (Taf. VII. Fig. 1. *a*). Die Basis der Cloake wird von dem Theil der Perithoracallamelle gebildet, welcher in der Peripherie des Oesophaguseingangs sich an die Kieme befestigt (*h*). Sie trennt die Leibeshöhle und den Perithoracalraum und trägt die Geschlechtsöffnung (*g*) und den After (*i*).

Ferner giebt er von dieser Membran, die er Tunica tertia nennt, an, dass sie am Oesophagus und Anus in die Darmwandung sich fortsetze. Letztere Auffassung halte ich bei den Beziehungen, in denen Kieme und Darmcanal zu einander stehen, für vollkommen verfehlt.

Bronn giebt in seiner Darstellung der Tunicaten (Classen und Ordnungen der Weichthiere) eine sehr unklare Schilderung der Milne Edwards'schen Beobachtungen. Mangel an Anschauung und somit auch einer richtigen Beurtheilung sind wohl der Grund, dass er sich ihm nicht anschliesst. Ob es zweckmässig ist, den Namen der Tunica tertia einzuführen, ist auch mir freilich sehr zweifelhaft; wie mir überhaupt die Eintheilung in verschiedene Tuniken eine verfehlte zu sein scheint. Die alte Auffassung, dass man es mit getrennten, nur an einzelnen bestimmten Stellen in Verbindung tretenden Schalen zu thun habe, ist ebenso unhaltbar, wie das Bestreben, dem die Bezeichnungen ihren Ursprung verdanken, ein verfehltes war: nämlich Tunicaten und Mollusken zu homologisiren. Man kann nur von Schichten der Leibeswand sprechen, welche überall in inniger Verbindung stehen, auch da, wo dieselbe scheinbar nicht vorhanden ist, wie bei Phallusia intestinalis. Diese Schichten unterscheiden sich nur durch die verschiedenen, in ihnen enthaltenen Gewebselemente. Die sogenannte Testa oder der Cellulose-Mantel ist eine, in Bindegewebe übergehende Cuticularbildung und hängt als solche mit dem unter ihr liegenden Epithel, der eigentlichen Epidermis genetisch engstens zusammen, wie in der vorangehenden Arbeit meines Bruders über den Mantel der Ascidien gezeigt worden ist. Ausser dieser epidermoidalen Schicht, nämlich der eigentlichen Epidermis und dem von ihr gebildeten Mantel kann man noch von einer darunter liegenden Bindegewebsmuskelschicht sprechen. Welche Bedeutung der »Tunica tertia« von Milne Edwards eigentlich zukommt, wird aus der folgenden Darstellung klar werden.

An die Compositen-Ascidien schliessen sich in der Bildung des Perithoracalraums (ebenso wie in der Anordnung des Darmcanals, der Länge der Kieme etc.) Phallusia intestinalis und die nächstverwandten Ascidien (der vierte Phallusien-Tribus von Savigny) unmittelbar an. Ich übergehe deshalb eine nähere Schilderung derselben und erwähne nur, dass ich die Tunica tertia nicht als einen frei herabhängenden, sondern in ganzer Ausdehnung der inneren Wand des Muskelschlauchs anhaftenden Sack vorfand.

Bei den übrigen Phallusien und allen Cynthien[1]) treten durch

---

1) Die von Savigny zuerst vorgeschlagene Trennung der Phallusien und Cynthien ist völlig gerechtfertigt. Jedenfalls sind diese beiden Artengruppen

secundäre Veränderungen im Bau bestimmte Modificationen ein. Diese Veränderungen finden nach zwei Seiten hin statt.

Im ersten Falle lagert sich das Darmrohr, welches bei Phallusia intestinalis unterhalb des Kiemenkorbs liegt, neben denselben, zwischen ihn und den Muskelschlauch und zwar in die linke Seite des Thieres[1]. Gleichzeitig bildet der Darm, anstatt einer einfachen, eine doppelte Schlinge.

Im zweiten Falle wächst die Kieme mit ihrer ventralen Seite bedeutender als mit der dorsalen, und bildet so eine Ausbuchtung, welche tiefer zu liegen kommt als der Oesophaguseingang, demnach auch an den Darmschlingen vorüber sich nach abwärts erstreckt. Diese einseitige Wachsthumszunahme wird bei manchen Phallusien so bedeutend, dass jenes ventrale Kiemendivertikel tiefer hinabreicht, als die untersten Theile des Darmknäuels, und dass der ventrale Sinus die doppelte und dreifache Länge des dorsalen erreicht.

Diese Vorgänge müssen auch einen Einfluss auf den Perithoracalsack haben. Je höher die Darmschlingen zu liegen kommen, in um so engere Beziehungen treten sie zu der Membran des Sacks, um so dichter muss diese an sie sich anschmiegen, und anstatt in ganzer Ausdehnung dem Muskelschlauch aufzuliegen zum Theil jetzt den Darm bedecken, indem dieser sich zwischen die Lamelle und den Muskelschlauch einschiebt. Es lassen sich nun zwei Grade dieser Beziehungen unterscheiden, die durch Uebergangsstufen mit einander verknüpft sind. Im ersten Grade umschliesst die Lamelle alle Darmschlingen gemeinsam, wie es bei allen Phallusien der Fall ist. Im zweiten Grade umgiebt sie jede Darmwindung einzeln, und heftet sie nach Art eines Mesenteriums an die Muscularis an. Dann gewinnt es den Anschein als läge der Darm frei im Perithoracalraum. So bei den meisten Cyn-

---

durch Verschiedenheit der Kieme, der Ovarien, des Bindegewebes der Testa etc., so gut charakterisirt, dass es als Rückschritt zu bezeichnen ist, wenn man sie wieder confundiren will, wie KUPFFER und KOWALEWSKY thun. Ich bestreite damit nicht die Möglichkeit, dass es Formen giebt, die sich nicht unter beide Rubriken bringen lassen und Charaktere der Phallusien und Cynthien verbinden. Diese würden dann eine selbstständige, zwischen beiden stehende dritte Gattung bilden müssen.

1) Bezüglich der topographischen Orientirung über die Begriffe Links und Rechts, Dorsal und Ventral ist bei den Ascidien erst durch die Embryologie fester Grund gewonnen worden. Durch die Lage des Ganglions wird die Rückenseite, durch die Lage des Endostyls die Bauchseite bestimmt. Die Ingestionsöffnung entspricht dem oralen (vorderen), die festsitzende Basis der Ascidie dem aboralen (hinteren) Pole der Längsaxe.

thien. Die Leibeshöhle der Phallusien ist mit der merkwürdigen Zwitterdrüse, (den bläschenförmigen Ovarien und Hoden) vollkommen ausgefüllt. Bei den Cynthien ist sie durch die enge Umlagerung der Organe durch die Tunica tertia fast verloren gegangen. Hier liegen auch die Geschlechtsorgane, eng von letzterer umschlossen, scheinbar im Perithoracalraum.

(Zur Erläuterung vergleiche man die Schemata Fig. 2—5 und ihre Erklärung in der am Ende folgenden Tafelerklärung.)

Ueber diese hier im Allgemeinen dargestellten Verhältnisse des Perithoracalraums sind nun an den von mir untersuchten Ascidien-Arten noch folgende speciellere Eigenthümlichkeiten zu bemerken. Bei Phallusia mamillata reicht die Kieme bis an die tiefste Stelle der Darmschlingen herab, so dass der Bogen, den hier der ventrale Sinus (Fig. 2 und 3. *v*. Taf. VII) beschreibt, in einem Theile seines Verlaufs der Curve der Schlinge folgt, welche durch den Oesophagus (Fig. 3. *oe*), den Magen (Fig. 3. *g*) und den ersten (aufsteigenden) Theil des Dünndarms (Fig. 3. i_1) gebildet wird. Längs dem Ventralsinus schlägt sich die Tunica tertia von der Kieme zum Muskelschlauch über; an der Stelle, wo der Darm und der Ventralsinus neben einander lagern, spannt sie sich natürlich zwischen Kieme einerseits, und Darm und Muskelschlauch andererseits aus (Fig. 4. *v*). Sie reicht vom Beginn des Oesophagus (hier auch den dicht neben diesem lagernden Endabschnitt des Rectums (Fig. 2 und 3. *r*) erreichend) bis zum Anfang der Kieme und hört an deren ringförmiger Insertion am Muskelschlauch auf. Ich nenne sie ventrale Muskelkiemenlamelle.

Ihr gerade gegenüber beginnt am Anfang der Kieme die dem dorsalen Sinus folgende Verbindungslamelle der Kieme und des Muskelschlauchs (Fig. 2 u. 3. *d*, Fig. 6. *d*), welche nicht bis zum Oesophagus herabreicht, sondern oberhalb desselben endet. Dorsale und ventrale Muskelkiemenlamelle bilden so Scheidewände, welche den Perithoracalraum in eine rechte und linke Hälfte theilen (Fig. 4, 5 u. 6. *pd* u. *ps*). Diese Trennung würde eine vollkommene sein, wenn beide am Oesophagus sich erreichten. Da dies aber nicht der Fall ist, kommt dicht über dem Oesophagus und Anus und unmittelbar unter der Egestionsöffnung eine Communication zwischen beiden Räumen zu Stande. Diesen die Communication zwischen linkem und rechtem Perithoracalraum bildenden Raum nennt Milne Edwards Cloake (Fig. 2, 3, 6. *Cl*). Secundäre Verwachsungen der Kieme mit dem Muskelschlauch sind ausserdem in einer Anzahl ohne Regelmässigkeit gestellter, an Grösse sehr variirender Bälkchen gegeben. Dieselben sind hohl und stellen

Nebenbahnen vor, durch welche das Blut aus der Muskellamelle nach dem Kiemenschlauch gelangen kann.

Dieselben Verhältnisse finden sich bei Phallusia cristata, P. octodentata, und einer dritten Species, die ich nicht bestimmen konnte. Bei ihnen ragt (als einziger Unterschied von Phallusia mamillata) das Rectum bedeutend über den Oesophagus hinaus; dem entsprechend setzt sich auch die ventrale Muskelkiemenlamelle dem dorsalen Sinus entlang als dorsale fort und schliesst erst mit dem Ende des Rectums ab. Aber auch so trifft sie nicht mit dem von oben herabkommenden Theil der dorsalen Membran zusammen, so dass auch hier eine Communication beider Perithoracalräume bestehen bleibt. Aehnliche Verhältnisse finden sich auch bei den übrigen Phallusien wieder, ausgenommen die Formen, welche dem vierten Tribus von Savigny angehören (P. intestinalis, P. canina etc.) und welche in dieser Hinsicht den Compositen sich anschliessen.

Von den Cynthien steht den Phallusien in Anordnung der Eingeweide C. microcosmus am nächsten. Bei ihr ist Magen, Dünndarm und Oesophagus nebst dem Ovarium der einen Seite in eine gemeinschaftliche Hülle der Tunica tertia eingeschlossen und bildet eine Masse, die durch unbedeutende Prominenz und durch gelbe Farbe (wegen des Reichthums an Blutgefässen) von dem rothgelb gestreiften Muskelschlauch sich abhebt. Ventrale und dorsale Muskelkiemenlamelle sind wie bei den Phallusien. Nur die abweichende Lage der Darmschlingen bewirkt einige unwichtigere Differenzen.

Bei Cynthia mytiligera liegen nur der Mittel- und Endtheil des Darms nach links verdrängt, während Oesophagus und Magen ihre Lage in der Medianlinie des Thieres bewahren (Taf. VII. Fig. 7. *oe* u. *g*). Beide schieben sich zwischen den Muskelschlauch und den Ventralsinus ein, so dass die ventrale Muskelkiemenlamelle auf ihrem Wege erst den Magen und Oesophagus umfasst, bevor sie zur Tunica muscularis gelangt. Beide Organe liegen somit in einer Lamelle, welche sie einerseits an der Kieme (v'), andererseits am Muskelschlauch (v'') festhält (Taf. VII. Fig. 7. v' v''; der andere Theil der Membran ist auf der Figur nicht sichtbar und zeigt das normale Verhalten). Eine dorsale Lamelle ist kaum vorhanden, wodurch die Communication zwischen rechtem und linkem Perithoracalraum weiter wird.

Von dem in der linken Seite des Thiers gelegenen Theil des Darms ist der Endabschnitt, das Rectum (*R*) durch ein eigenes, die Intestinalschlinge (*I*) dagegen durch ein gemeinsames Mesenterium an der Muskeltunica festgehalten. Das letztere ist noch in zweierlei Hinsicht bemerkenswerth. Es geht nicht von der Höhe der Schlinge direct zur

Muskelwand, sondern steigt erst dem Darm entlang abwärts, bevor es sich auf jene überschlägt (Fig. 8). Ausserdem bildet es innerhalb der Schlinge eine merkwürdige Falte, für die ich keinen Grund ausfindig machen konnte (Fig. 7. *m*). Ich erwähne sie deshalb, weil sie SAVIGNY fälschlicherweise für ein Ovarium hielt[1]).

Bei C. rustica[2]) weichen nur die Beziehungen des Darmcanals zur Tunica tertia ab. Der Darm ist hier in seiner ganzen Länge durch eine jede Darmwindung einzeln überziehende Duplicatur der Tunica tertia festgehalten am Muskelschlauch.

Cynthia canopus und C. polycarpa repräsentiren die grössten Reductionen des ursprünglichen Baues. Die ventrale Lamelle ist hier nur zwischen Oesophagus, Magen, Kieme und Muskelschlauch vorhanden; sonst ist sie vollkommen rückgebildet, ebenso wie die dorsale Muskelkiemenlamelle. Auch die übriggebliebenen Theile, sowie das Mesenterium des Darms sind nicht mehr eine homogene Lamelle, sondern in eine Reihe Fasern zerfallen, welche durch ihre dichte Aneinanderlagerung die ursprüngliche Form einer Membran noch erkennen lassen. Beide Formen bilden die Endglieder einer Reihe, in der der ursprüngliche Typus des Ascidienbaues, wie er in den meisten Compositen, in der Phallusia intestinalis und P. canina am besten mir erhalten zu sein scheint, allmählich sich verwischt und zuletzt nur durch Vergleichung der Zwischenstufen herauszuerkennen ist.

Nun noch einige Worte gegen MILNE EDWARDS' Auffassung der Tunica tertia. Dass sie keinen, dem Kiemenkorb analog innerhalb des Muskelschlauchs frei schwebenden Sack bildet, der nur an bestimmten Stellen an der Kieme und der Körperwand angeheftet sei, darauf habe ich schon oben hingewiesen. Die grossen Monascidien bieten hier bessere Objecte als die durchsichtigen kleinen Clavellinen. Die Tunica tertia lagert in ganzer Ausdehnung der Musculatur fest auf und die gelben Linien bezeichnen nur die Stellen, an denen die Tunica mit dem Kiemenkorb in Verbindung tritt.

Ferner geht sie nicht, wie MILNE EDWARDS will, in die Wandung

1) Die Ovarien sind bei keiner der von mir untersuchten Cynthien unpaar. Entweder sind ein oder zwei Paar oder eine grössere Anzahl vorhanden. Bei C. mytiligera wies ich sie mit den Hoden vereint in den merkwürdigen Buckeln nach, welche in der Fig. 7 mit *O* bezeichnet sind.

2) Ich gebe diesen Namen einer auf Lesina von mir gefundenen Art, welche auf die Beschreibung von O. F. MÜLLER (Zoologia Danica) und von FABRICIUS (Fauna Groenlandica), aber ebenso auch auf GRUBE's Schilderung der C. microcosmus passt. So übereinstimmend C. rustica und C. microcosmus im Aeusseren waren, so gross war ihr Unterschied in der inneren Organisation.

des Darmcanals über (wenigstens nur am Anus), während am Oesophagus die innere Kiemenwand in den Darmcanal sich fortsetzt. Ich glaube vielmehr, dass die Epithellage der Tunica tertia sich in das äussere Epithel der Kiemenstäbchen fortsetzt. Man kann wenigstens an Querschnitten durch die ventrale Muskelkiemenlamelle nachweisen, dass beide Epithelschichten unmittelbar in einander übergehen (Taf. VIII. Fig. 17. *S Sp*). Es stellt somit die Tunica tertia eine Membran dar, welche den gesammten Perithoracalraum auskleidet und alle denselben umgebenden Organe überzieht. Zur Veranschaulichung mögen die schematischen Figuren 4, 5, 6 (Taf. VII.) dienen. Braun bedeutet Darmepithel, blau Tunica tertia, roth die Tunica muscularis.

Diese auf die anatomische Untersuchung begründeten Ansichten haben durch Kowalewsky's neueste embryologische Untersuchungen volle Bestätigung erfahren. Kowalewsky schildert hier die Bildung des Perithoracal- und Cloakenraums als Einstülpung zweier Bläschen von der Epidermis aus. Diesen wachsen Fortsätze vom Anfangsabschnitt des Darmrohrs entgegen (des Theiles, der später zur Kieme wird). Die Fortsätze legen sich an die eingestülpten Bläschen an, verwachsen mit ihnen und die Verwachsungsstellen werden zu den ersten Kiemenspalten. Kowalewsky hat so das Entstehen der vier ersten Spaltenpaare beobachtet und den Process dann nicht weiter verfolgt [1]).

Nehmen wir aber die Notiz Krohn's, (über Entwickelung von Phallusia mamillata, Müller's Archiv 1852), dass die anfangs paarig angelegten Egestionsöffnungen allmählich verschmelzen, zu Hülfe, so können wir uns unmittelbar das Bild der erwachsenen Ascidie aus dem Stadium, welches Kowalewsky beobachtet hat, ableiten.

Man denke sich, dass die primitiven Cloakenbläschen den gesammten vorderen Darmabschnitt von beiden Seiten umwachsen, so müssen sie in einer dem Ventralsinus entsprechenden Linie zusammentreffen, wo ihre beiden Wandungen zu einer gemeinsamen Scheidelamelle verschmelzen, der ventralen Muskelkiemenlamelle.

In gleicher Weise musste eine vollkommene dorsale Scheidewand zu Stande kommen. Indem jedoch der die beiden Egestionsöffnungen trennende Sattel einsinkt und diese in eine gemeinsame Mündung sich vereinen, schwindet die Trennungsmembran zum Theil und erlaubt die Communication beider Perithoracalraumhälften, wie sie durch die Cloake gebildet wird.

1) Ich habe auf Lesina Gelegenheit gehabt, die ersten Stadien der Larven von Phallusia mamillata zu beobachten, und kann bestätigen, dass die Cloakenbläschen Einstülpungen der Epidermis sind. Spätere Entwickelungsstadien zu beobachten, verhinderte mich meine Abreise.

Denken wir uns ferner, dass die eingestülpten Epidermissäcke in gleicher Weise, wie den ersten Theil des Darms (die Kieme), so auch die übrigen Abschnitte desselben umwachsen, so ist es verständlich, dass sich die Spuren ihrer Bedeutung immer mehr verwischen.

Ist es nun gerechtfertigt, diese Einstülpung mit dem Namen Tunica tertia zu bezeichnen? Ich glaube, man kommt ohne ihn ganz ebenso gut aus, zumal da alle die Ausdrücke: Tunica testae, muscularis, intima, tertia, wie oben erwähnt, leicht Grund zu irrigen Anschauungen werden. Will man es jedoch thun, so kann man unter Tunica tertia nur das verstehen, was der Einstülpung der Epidermis angehört, d. h. das Epithel mit der ihm zu Grunde liegenden homogenen Membran. Wenn man daher in dem Darmmesenterium (ich untersuchte es bei C. mytiligera) ausser dem beide Seiten überkleidenden unregelmässigen grosszelligen Epithel mit deutlichen Kernen noch vielfach sich durchkreuzende Muskelbündel, Bindegewebskörperchen (und zwischen diesen noch grosse mit Carmin intensiv sich färbende Kugeln, vielleicht Zellenanhäufungen) findet, so sind dies accessorische Dinge, die dem Körperparenchym angehören und nicht der Tunica tertia zukommen.

Die hier vertretene Auffassung der Kiemenhöhle ist in zwei Hinsichten von Bedeutung. Sie erklärt einestheils, wie wir bei der Betrachtung des Endostyls sehen werden, Verhältnisse der Kiemenhöhle der Salpen, die ohnedem unverständlich erscheinen mussten. Anderntheils giebt sie Anhaltepunkte, die Verwandtschaft von Amphioxus lanceolatus vom anatomischen Gesichtspunkt aus weiter zu prüfen. Beim Amphioxus wie bei den Tunicaten müssen wir vorläufig annehmen, dass die in beiden die Kieme umgebende Höhle ein homologes Gebilde ist und einen Sack darstellt, der allenthalben von einem einfachen, eine Fortsetzung der Epidermis des Thieres bildenden Epithel ausgekleidet wird.

An die Anatomie der Kiemenhöhle möchte ich noch die Lageverhältnisse des Herzens anschliessen. Sie sind für alle Phallusien, aber nur für wenige Cynthien, durch Savigny bekannt geworden, da bei letzteren das Herz meist versteckt oder fast in der Muskelwand liegt und mit Genauigkeit blos durch Nachweis der mikroskopischen Elemente aufzufinden ist. Auch bei den Cynthien hat es die allen Ascidien gemeinsame Lage. Es beginnt am Magenanfang, folgt dem Verlauf der Muskelkiemenlamelle und mündet unter dem Endostyl in den ventralen Blutsinus ein.

Bei Cynthia canopus geht der zarte Herzschlauch vom Anfang des Magens zum Muskelschlauch, verläuft hier zwischen den die Wand des

Perithoracalraumes bedeckenden Bläschen etwas versteckt zum Endostyl und mündet hier in die Kieme.

Bei Cynthia mytiligera ist es noch schwerer zu finden, ebenso bei C. microcosmus. Bei der ersteren liegt es dicht dem Muskelschlauch auf, fast in demselben, da wo die Muskelkiemenlamelle von der Musculatur zum Darm sich überschlägt. Man findet es, wenn man hier den Magen abschneidet und an der Trennungslinie in den Muskelschlauch etwas einschneidet.

Bei Cynthia microcosmus findet man das Herz, wenn man an der Stelle, wo Magen, Kieme und Muskelschlauch zusammentreffen und durch die Tunica tertia zusammengehalten werden, anschneidet. Ich konnte es in diesem Falle jedoch nicht bis zur Kieme verfolgen.

Das Herz besteht bei allen von mir untersuchten Ascidien (wie es schon von den Salpen bekannt war) aus einem musculösen Schlauch, welcher innerhalb eines Hohlraumes, des Herzbeutels, liegt, und an der Wandung desselben längs einer geraden Linie angeheftet ist. Eine zarte homogene Membran trägt feinste quergestreifte Muskelzellen. Die Querstreifung ist erst bei starken Vergrösserungen, dann aber auch sehr deutlich, sichtbar (Zeiss F und Ocular II; E giebt sie nicht deutlich); sie kommt bei den Ascidien überhaupt nur hier vor. Die Zellen sind spindelig und ähneln in Form den glatten Muskelfasern der Säugethiere, welche indessen im Verhältniss zu ihrer Breite nicht so lang sind. Sie sind spiralig um die Längsachse des Herzens angeordnet, in einfacher Lage vorhanden, aber dicht mit ihren spitzen Ausläufern zwischen einander geschoben. Dieser Anordnung der Muskelfasern ist es wohl zuzuschreiben, dass das Herz der lebenden Phallusia mamillata von spiralig verlaufenden Falten eingeschnürt erscheint.

Die Wandung des Herzbeutels fand ich bei Cynthia microcosmus (die übrigen habe ich nicht darauf hin untersucht) mit einer einfachen Schicht kleiner polygonaler Pflasterzellen ausgekleidet. Jede Zelle besitzt einen deutlichen Kern.

III. Endostyl und Bauchrinne.

Die Ascidien theilen mit den niederen Wirbelthieren und dem Balanoglossus die Eigenthümlichkeit, dass der Darmtractus zum Theil der Function der Athmung dient; mit den Wirbelthieren speciell haben sie noch das Gemeinsame, dass der gesammte vordere Abschnitt in dieser Weise differenzirt ist, nicht wie bei Balanoglossus blos die obere Hälfte. Man kann demnach eine Eintheilung des Darmtractus in 1. einen re-

spiratorischen Abschnitt (Kieme) und 2. einen verdauenden, den Darmcanal im engeren Sinne, vornehmen.

Meine Untersuchungen der Kiemenhöhle beschränken sich auf die beiden in ihr liegenden räthselhaften Organe, die Bauchrinne und den Endostyl.

Beide sind bei Ascidien meines Wissens bis jetzt nicht genauer, dagegen bei Salpen schon öfters und ausführlicher untersucht, von Leuckart, Meyen, H. Müller etc., deren Ansichten ich jedoch in den für das Verständniss des Organs wichtigsten Punkten bestreite.

Leuckart behauptet, der Endostyl gehöre der zweiten oder Muskeltunica an und bezeichnet als falsch die Behauptung Meyen's, dass er einen Theil des Kiemenapparates darstelle. Es zeigt dies offenbar, dass Leuckart den Endostyl bei Ascidien niemals beobachtet hat. Hier liegt derselbe deutlich im Kiemenkorb, entsprechend dem Verlauf des Ventralsinus. Man muss ihn demnach auch bei Salpen neben dem Kiemenband als ein Residuum des rudimentären Athmungskorbes aufführen. Dass er hier nicht frei im Mantelcylinder liegt wie jenes, sondern der Tunica muscularis fest aufliegt, erklärt sich aus seinen Beziehungen zur Muskelkiemenlamelle, die beiderseits des unter ihm gelegenen Ventralsinus herabzieht und letzteren, somit auch den Endostyl, an der Muscularis befestigt. Man denke sich die zwischen Ventral- und Dorsalsinus einer Ascidie verlaufenden Querstäbchen obliterirt, so bekommt man den Kiemenkorb der Salpen: 1. den Kiemenbalken schräg die Athemhöhle durchsetzend, 2. den Endostyl nebst Ventralsinus auf dem Muskelschlauch liegend.

Ebenso irrig ist die Angabe H. Müllers', der Endostyl liege auf einer Rippe der Tunica muscularis, die in den Sinus hineinrage. Ein Blick auf die Querschnittsfiguren lehrt, dass im Gegentheil der Endostyl über dem Sinus liegt; es kann über diesen Punkt bei den Ascidien überhaupt gar kein Zweifel sein.

Wir kommen zum Bau des Organs. Leuckart und Huxley trennen Endostyl und Bauchrinne und beschreiben beide als ganz discrete, nur durch Lagerung zusammenhängende Gebilde (eine Auffassung, die sich auch in Gegenbaur's vergleichender Anatomie und in Kupffer's Entwicklungsgeschichte der Ascidien vertreten findet). Nur Leuckart ist ausführlicher und giebt folgende Darstellung:

1. Die Bauchrinne besteht aus zwei Theilen (Taf. VII. Fig. 9). Der obere Rinnenrand (*a*) trägt ein Epithel, welches von dem die Kiemenhöhle auskleidenden Epithel nur durch schärfere Contouren und den Besitz von starken, abgeplatteten, auf je einer Zelle einzeln stehenden Flimmerhaaren sich unterscheidet. Meist trägt nur eine Seite Flimmer-

haare. Der Rinnengrund *(b)* trägt grosse polyedrische Zellen mit scharf umschriebenem grossem Nucleus und deutlichem Nucleolus.

2. Der Endostyl besteht aus einer rechten und einer linken Rinne (*c*, *e*), die an der Basis dicht zusammenlagern, nach oben etwas divergiren. Sie würden einen Canal darstellen, welcher nach oben offen ist, dem ein Theil seiner Decke fehlt, wenn nicht dieser Mangel durch das Zellenhäutchen *(d)* ausgeglichen würde, welches den Hohlraum der Rinne und des Endostyls trennt und letzteren zu einem Canal umwandelt. Das Zellenhäutchen fehlt nur am Anfang des Endostyls, wo dann der Hohlraum desselben in die Rinne ausmündet.

Jeder der beiden, einen jeden Halbcanal zusammensetzenden Wülste (ein oberer 1 und ein unterer 2) besteht aus senkrechtstehenden sehr langen Cylinderzellen.

Zwischen beiden Wülsten (bei *h*) liegt eine krümelige Masse, die wie es scheint Flimmerhaare trägt.

Vom grösseren Theil dieser Angaben kann man sich leicht bei Salpen überzeugen. Nur die den Endostyl und die Bauchrinne trennende Lamelle kleiner Zellen habe ich nirgends, nicht einmal andeutungsweise bemerken können. Nach Schnitten durch den Endostyl von Ascidien (Cynthia canopus, Phallusia mamillata etc.) muss ich ihre Existenz, für die Ascidien wenigstens, ganz entschieden in Abrede stellen. Ich kam zu folgenden Resultaten:

Die innere Fläche der Kieme erhebt sich zu einem beträchtlichen Wulst, wobei die kubischen Epithelzellen bis zur Höhe desselben eine immer mehr cylindrische Form annehmen. Von da nehmen sie an Höhe wieder ab und kehren zur ursprünglichen Form zurück. Sie besitzen einen deutlichen Nucleus und Nucleolus. Ihr letzter Abschnitt bildet den oberen Rand der Bauchrinne und entspricht den Zellen *(a)* der Salpen (Taf. VIII. Fig. 16 u. 17). Flimmerhaare fand ich nur bei Cynthia microcosmus. Sie waren auf beiden Seiten vorhanden, jedoch nicht continuirlich, sondern an allen Schnitten, die ich machte, beschränkt auf die Höhe der Rinne und den Theil der kubischen Zellen, welcher an die gleich näher zu beschreibenden langen Cylinderzellen stösst.

Der in der Bauchrinne liegende Abschnitt schliesst scharf ab und macht plötzlich langen dünnen cylindrischen Zellen Platz, die an Länge eine Strecke weit zunehmen, dann wieder abnehmen. Sie sind etwas unregelmässig angeordnet und tragen ihren Kern, wie es mir schien, meist an der Spitze (Taf. VII. Fig. 11, 16. *b*). Obwohl in Form vollkommen abweichend, glaube ich sie doch den grossen polyedrischen Zellen des Rinnengrundes bei den Salpen gleichsetzen zu können, da sie nach Lage ihnen vollkommen entsprechen und die Form sehr variiren kann.

An sie schliesst sich ein Conglomerat feinster spindelförmiger Zellen (Taf. VII., Fig. 12, 16. *d*). Diese sind so angeordnet, dass sie einen Keil bilden, welcher mit seiner Spitze zwischen Bauchrinne und Endostyl eingeschoben ist. An den Zellen ist ein Kern deutlich nachzuweisen. Diese Zellen sind es nun, welche wahrscheinlich LEUCKART das Bild einer Scheidewand vorgespiegelt haben, indem sie wegen ihrer keilförmigen Einklemmung zwischen das Epithel des Endostyls und der Bauchrinne durch den Druck beim Schneiden leicht herausgepresst werden und dann zwischen beiden Seiten liegend einen queren Pfropf darstellen. Sie tragen bei Cynthia microcosmus ebenfalls Flimmerhaare, welche ich bei den übrigen Ascidien nicht bemerkt habe.

Etwas abweichend fand ich die Zellen dieser Verbindungsreihe bei Phallusia mamillata (Taf. VII. Fig. 14, Fig. 17 *d*). Hier waren sie kubisch. Aber auch hier bildeten sie Querbrücken zwischen den Epithelien der Bauchrinne und des Endostyls einer Seite, ein Verhalten, das namentlich an der das Epithel tragenden homogenen Membran *(m)* deutlich zu verfolgen war, so dass auch hier an LEUCKART's Trennungsschicht nicht gedacht werden kann.

Vom Endostyl selbst bekam ich die klarsten Bilder an Querschnitten von Cynthia canopus, die ich durch Zerzupfungspräparate zu ergänzen suchte.

Die auf die Spindelzellen folgende Schicht (Fig. 16 *c' c'*) besteht aus grossen breiten Cylinderzellen (Fig. 13). Sie stehen senkrecht zur Wand des Endostyls und zeichnen sich durch einen scharf umschriebenen Kern mit Kernkörperchen aus. Sie haben ein runzliges Aussehen, was von Faltungen der Zellmembran herrühren mag, und sind an der Basis breiter, was sich auch am Querschnitt der ganzen Zellenlage in der nach der Basis zu breit werdenden Keilform ausdrückt.

Zwischen ihr und einer ihr vollkommen gleichenden, die Basis des Endostyls seitlich einnehmenden Schicht *(c'')* liegt ein Keil Spindelzellen, die den mehrerwähnten vollkommen gleichen *(h)*. Man kann in ihnen die krümelige Masse LEUCKART's vermuthen, doch kann ich nirgends, auch nicht bei Cynthia microcosmus, Flimmerhaare bemerken, die wahrscheinlich auch nicht vorhanden sind. Alle Spindelzellen imbibiren sich schneller mit Carmin als die übrigen. Sie treten bei kurzer Färbung daher durch ihr intensiveres Roth vor den matter tingirten Zellen hervor. So erhält man die klarsten Bilder.

Endlich ist die Mitte der Endostylbasis durch eine Zellenreihe eingenommen, die mir für das Verständniss der Function und für die von mir vertretene Auffassung: dass Bauchrinne und Endostyl als ein Organ aufzufassen sind, den kräftigsten Beweis zu liefern scheinen. Sie werden

wahrscheinlich auch den Salpen nicht fehlen, und sind von Leuckart übersehen worden. Auf dem Querschnitt stellen sie eine zarte Masse dar, von der lange Cilien ausgehen. Die Cilien reichen bis in die Bauchrinne hinein (Taf. VIII., Fig. 16 und 17 *f*).

An einem Zerzupfungspräparat der Endostylbasis von Cynthia mytiligera konnte ich die einzelnen Zellen genauer beobachten (Taf. VII. Fig. 15). Sie waren sehr zart, mit körnigem Protoplasma, nach der Basis zu in eine feine Spitze auslaufend, nach aussen sich verbreiternd. Der Kern war schwer zu erkennen. Sie waren von einer gemeinsamen Cuticula *(c)* bedeckt und trugen die oben erwähnten langen Cilien.

Welche Bedeutung würden diese langen Cilien in einem allseitig geschlossenen Canal besitzen? Wie wäre es zu erklären, dass sie bei allen Schnitten constant von der Basis ausgehend, bis in die Bauchrinne vordringend gefunden werden, wenn eine Querlamelle dieses Vordringen verhinderte und wenn dies nicht ihre naturgemässe Lagerung wäre? Ausser den ganz sichern Bildern, die ich bekommen habe, sind es diese Ueberlegungen, welche mich darin bestärken, Bauchrinne und Endostyl als ein einziges Organ aufzufassen. Sie schwächen den Einwand, es könne die Leuckart'sche Lamelle durch den Schnitt zerstört sein, noch mehr ab; obwohl es mir auch ausserdem unverständlich sein würde, dass ich bei mehr denn zwanzig gelungenen Schnitten durch wohlerhaltene Thiere nirgends auch nur eine Andeutung jener Lamelle fand, sondern überall ein enges Aneinanderschliessen der differenzirten Epithellagen.

Hierdurch wird die an und für sich schon ganz unverständliche Auffassung Leuckart's, dass der Endostyl eine in die vordere Bauchrinne mündende Drüse sei, vollkommen widerlegt. Ebenso wenig lässt sich aber auch die Ansicht Gegenbaur's aufrecht erhalten, dass der Endostyl ein Stützapparat der Bauchrinne sei und diese nur der Zuleitung der Nahrung zum Oesophagus-Eingang diene. Der Endostyl ist ein so wenig festes Gebilde, namentlich im Vergleich zum derben und resistenten Fachwerk der Kieme, dass er wohl kaum zum Stützen beitragen könnte. Beide Organe liegen bei Phallusien und Cynthien in dem ventralen Abschnitt, der hier die oben besprochene Ausbuchtung bildet. Sie bilden daher denselben weiten Bogen, bevor sie zum Oesophagus gelangen, wie jene und stellen somit, weil den weitesten, den für Zuleitung der Nahrung ungünstigsten Weg dar. Und wollte man dies auch als anderweitig bedingte Anpassungen darstellen, so ist immer noch der sehr geschlängelte Verlauf des Organs bei einzelnen Cynthien (C. canopus und C. pomaria) ein noch schwerer in die Wagschale fallender Beweisgrund dagegen.

Mir scheint der complicirte Bau, namentlich die sehr langen Cilien eher für ein Sinnesorgan zu sprechen. Es wäre allerdings der Zutritt von Nervenfasern noch zu beweisen. Dass mir dies nicht glückte, kann dem nicht wunderbar erscheinen, der die ausserordentliche Feinheit der Nervenfasern bei den Ascidien kennt, wo sie gewöhnlich nur an durchsichtigen Thieren eine ganz kurze Strecke weit vom Ganglion aus verfolgt werden können; an den todten Phallusien und Cynthien aber wegen der Undurchsichtigkeit der Gewebe nicht erkennbar sind. Ausserdem ist die Querschnittsmethode für diesen Zweck nichts weniger als praktisch.

Aufschluss muss man hier zunächst von den durchsichtigen Salpen erwarten, und will ich als Stütze für meine Ansicht noch anführen, dass nach LEUCKART's Angabe ein Nervenstamm (bei Salpa fusiformis von zehn Nerven der fünfte) einzig und allein zur Bauchrinne tritt.

An der Bauchrinne hat er ihn nicht wieder heraustreten sehen, auch nicht weiter verfolgen können. Man muss daher annehmen, dass in diesem Organe seine Endigung und Ausbreitung stattfindet.

IV. Darmcanal und Leber.

Als Darmcanal im engeren Sinne bezeichnen wir den Theil des Darmrohrs, der die Function der Verdauung zu verrichten hat. Er ist mehr oder minder scharf in drei Abschnitte getrennt: 1. den zuleitenden Theil oder Oesophagus, 2. den erweiterten Abschnitt, in dem die Speisen hauptsächlich mit dem Verdauungssecret in Berührung gebracht werden: Magen, und 3. den Dünndarm, den längsten, wohl hauptsächlich der Resorption dienenden Theil.

Die hier angedeutete Functionstrennung ist jedoch nicht als eine scharfe zu betrachten, indem der Darmcanal in seiner ganzen Ausdehnung nur geringe Differenzirungen zeigt und namentlich das Epithel sehr gleichartig ist.

Bevor ich auf die Resultate meiner Untersuchungen näher eingehe, will ich kurz die Beobachtungen und Deutungen früherer Forscher recapituliren.

Von der histiologischen Zusammensetzung des Darmcanals der Salpen und Appendicularien giebt LEUCKART an, dass ihm eine Muscularis abgehe, dass die Wandung aus einem homogenen zellenreichen Bindegewebe bestehe und ein cylindrisches Flimmerepithel trage, das die Fortbewegung der Speisen besorge.

Was die äusseren Verhältnisse, die Form und Lage des Darms an-

langt, hat schon Savigny musterhafte und zutreffende Schilderungen für die Ascidien gegeben. Hier finden wir die blättrigen Faltungen des Magens, die das Intestinum der meisten Ascidien durchsetzende Leiste, welche ihrer wulstigen Form und ihres Verlaufs halber als Costa bezeichnet wird, genauer beschrieben. Ein Blindsack wird von Leuckart am Cardialende des Salpenmagens, an der Pars pylorica der Ascidien von Savigny erwähnt.

Grosse Confusion herrscht dagegen in der Deutung der Darmanhänge. Namentlich sind als Leber die verschiedenartigsten Bildungen angesprochen worden. Es rührt diese Verwirrung daher, dass man nicht genug die Charaktere, die ein Organ besitzen muss, um als Leber gelten zu können, berücksichtigt hat, nämlich erstens einen directen Zusammenhang mit dem Darmlumen, und zweitens ein Epithel, welches einigermaassen wenigstens drüsige Beschaffenheit aufweist.

Man kann die bei den Tunicaten als Leber bezeichneten Gebilde in folgende vier Unterabtheilungen zusammenfassen, ohne dass jedoch hiermit gesagt sein soll, dass die ähnlich klingenden Schilderungen auch gleichwerthige Objecte vor sich gehabt hätten. Namentlich scheinen die unter III. zusammengefassten Bildungen oft verschiedenartiger Natur zu sein.

I. Das von Savigny bei seinen beiden ersten Tribus der Cynthia beschriebene Organ, das die eine Seite der Darmwand vollkommen einnimmt und dessen Einmündungen hier als Löcher beim Aufschneiden sich finden. Merkwürdigerweise wird es nur von Milne Edwards wieder vorübergehend erwähnt, obwohl es mir die einzige Bildung zu sein scheint, die man mit vollem Recht als Leber bezeichnen kann.

II. Der Blindsack bei Salpen (Vogt) und Appendicularien (Huxley).

III. Gefässartige Adnexa: ein Netz von epithellosen Röhren, das aus 1 — 2 Längsstämmen, feineren anastomosirenden Verästelungen und kolbigen blindsackartigen Anschwellungen besteht. Es umspinnt bei Phallusia (Krohn) den ganzen Darm, bei Salpen und Doliolen die hintere Hälfte des Darmtractus (Leuckart), bei Amarucium die mittlere Hälfte des Rectum (Milne Edwards).

IV. Eine den Darm umhüllende Masse (das honiggelbe Organ Krohn's), die aus Bläschen mit einem central in jedem derselben liegenden Kern besteht. Sie findet sich nur bei Phallusien und ist namentlich bei P. mamillata sehr stark entwickelt.

Erwähnt sei noch, dass auch der den Darm von Phallusia intestinalis umgebende Hoden als Leber gegolten hat.

Ich gehe jetzt zur Schilderung meiner eigenen Untersuchungen

über. Leider erlaubten mir die Beschränktheit an Zeit und Material nicht, meine Beobachtungen auf eine grössere Anzahl von Arten auszudehnen. Ich kann daher nur Weniges zur Klärung der herrschenden Verwirrung, namentlich zur Sichtung dessen, was fälschlich als Pankreas, Leber etc. bezeichnet worden ist, beitragen. Doch glaube ich jetzt schon berechtigt zu sein, einen Theil der früheren Beobachtungen sicher als falsch zu bezeichnen, einen anderen als höchst zweifelhaft erscheinen zu lassen.

Indem ich in Kürze die Mittheilung LEUCKART's, dass der Darmcanal der Salpen keine Muscularis besitze und die Fortschaffung der Speisen durch ein cylindrisches Flimmerepithel bewirkt werde, bestätige, gehe ich sogleich näher auf die Schilderung der Darmanhänge ein.

Ich wende mich zunächst zu den gefässartigen Bildungen, welche man für Leber gehalten hat, und beginne mit dem Röhrensystem, welches von KROHN bei Phallusia mamillata beschrieben worden ist. Vorausgreifend will ich bemerken, dass ich die Ansicht KROHN's, man habe es hier mit einer Leber zu thun, nicht theilen kann, vielmehr die fraglichen Röhren für Blutgefässe halte.

Bevor ich jedoch auf das »Dafür« und »Dawider« näher eingehen kann, glaube ich den Beweis schuldig zu sein, dass die Bildungen, welche KROHN und ich untersucht haben, auch wirklich identisch sind.

KROHN schildert sie als ein bei älteren Thieren schwer nachweisbares Organ, das aus einem System feiner, über den Darm sich ausbreitender Canäle besteht. Die Canäle setzen ein Netzwerk zusammen, bilden Schlingen nach Art der Vasa vorticosa und treiben an vielen Stellen ampullenartige Ausstülpungen. Am reichsten sind sie in der Costa entwickelt und beginnen blind, um allmählich in einen grösseren Stamm zusammenzutreten, der dann dem Darm entlang verläuft. Die Entstehung geht von dem Hauptstamm aus, indem derselbe Fortsätze treibt und diese sich dichotomisch verästeln. Der Inhalt der Röhren wird als wasserhell angegeben; ein Epithel wird nicht beschrieben. Vom erwachsenen Thier theilt KROHN mit, dass das Organ kaum sichtbar sei und nur hie und da in Form einzelner Schläuche an die Oberfläche des Darms trete.

Auf Querschnitten von Spiritus-Exemplaren glaube ich dieses Organ in den dunkeln Canälen wiederzufinden, welche in den Fig. 23 — 25 der Taf. IX. mit *a* bezeichnet sind. Allerdings erscheint der Inhalt der Röhren zunächst sehr verschieden. An meinen Spiritus-Exemplaren bestand derselbe aus dunkeln Klumpen von zusammengehäuften braunen Zellen, mit undeutlichem Kerne, während KROHN von einem wasserhellen zellenfreien Inhalt spricht. Dieses Bedenken wurde jedoch später durch die Beob-

achtung der lebenden Phallusia mamillata widerlegt. Hier stellte es sich heraus, dass der Inhalt der Röhren eine wasserhelle Flüssigkeit ist, welche bei jungen Thieren (die KROHN vorzüglich untersuchte) sehr wenige, bei älteren sehr zahlreiche, farblose, kernhaltige Zellen enthält. Diese können nur als Blutzellen gedeutet werden. Der dunkelbraune klumpige Inhalt der Röhren bei den Spiritus-Exemplaren ist geronnenes, durch den Spiritus verändertes Blut.

In allen übrigen Punkten stimmen KROHN's Angaben sehr gut zu meinen Beobachtungen. Die Verästelungen sind am reichsten in der Costa, ausserdem in den Falten des Oesophagus und des Magens, die ja dieselbe Bildung darstellen wie jene: eine Vergrösserung der das Epithel tragenden Fläche. Endlich war das Organ am lebenden Thier nur als einzelne, zwischen der honiggelben Masse hervortauchende, milchweisse Schlingen bemerkbar.

Die Ramificationen der Röhren sind gabelspaltig. Die Zweige bilden Schlingen und Ampullen, nur dass ich die Anfänge bei dem undurchsichtigen alten Thiere nicht beobachten konnte, was, zumal bei Querschnitten, auch nicht erwartet werden kann. Auch die grösseren Canäle fehlen nicht. Ausser einzelnen von mittlerem Caliber, welche auf den Zeichnungen zwischen den Bläschen sich finden, konnte ich namentlich einen in der Basis der Costa verlaufenden grossen Hauptstamm makroskopisch bis zum Oesophagus hin verfolgen, ohne dass ich ihn in denselben einmünden sah.

Endlich konnte ich trotz genauester Prüfung einer grossen Anzahl Schnitte aus allen Gegenden des Darmcanals keine andere Bildung auffindig machen, welche der KROHN'schen Schilderung nur irgend wie ähnlich gewesen wäre. Kurz, die grosse Uebereinstimmung, sowie der Mangel von anderen Canälen, die in Betracht kommen könnten, lassen mich an der Identität der vorliegenden Organe nicht zweifeln.

Dass diese Röhren nun keine Drüsen, geschweige denn eine Leber seien, scheint mir aus folgenden Erwägungen hervorzugehen: Erstens fehlt jegliches Epithel; denn die Inhaltszellen sind keine Epithelzellen, sondern liegen frei in einer flüssigen, farblosen Intercellularsubstanz und füllen mit dieser zusammen, wie man an Querschnitten der Canäle deutlich sieht, deren Lumen vollkommen aus. Zweitens konnte eine Einmündung der Röhren in das Darmrohr weder von mir selbst gefunden werden, noch ist sie von KROHN beschrieben worden. (KROHN folgert sie mehr aus der Lage, als dass er sie selbst gesehen hat. Man lese seine Schilderung und vergleiche dann das Resumé, das er giebt.) Drittens liegen, wie wir später sehen werden, ganz andere röhrige Bildungen vor, bei denen man die Communication mit dem Darmrohr und

die Gleichheit des Epithels in beiden auf das bestimmteste nachweisen kann, die man demnach mit vollem Recht als Drüsen bezeichnen kann. Sie haben mit obigen Röhren auch gar nichts gemein und finden sich nur bei einigen Gruppen der Cynthien.

Aus allen diesen Gründen glaube ich folgern zu dürfen, dass die beschriebenen Röhren Blutgefässe sind und einen local ungewöhnlich stark entwickelten Theil des Circulationssystems bilden. Diese starke Entwickelung lässt sich durch die doppelte Function der Darmgefässe erklären, erstens die Ernährung der Darmwand und namentlich ihres Epithels, dessen secretorische Thätigkeit einen reicheren Nahrungszufluss bedingt; — und zweitens die Resorption der durch den Verdauungsprocess assimilirten Stoffe.

Wahrscheinlich entspricht somit dieser, an einem Theile des Darmes so auffallend stark entwickelte Theil der Blutgefässe in seiner Function theilweise dem Lymphgefässsystem der Wirbelthiere. Seinem morphologischen Verhalten gemäss kann es aber nicht, wie Quoy und Gaimard wollen, als wirkliches Lymphgefässsystem bezeichnet werden. Es existirt eben noch nicht die Differenzirung des Gefässsystems in einen ernährenden und einen resorbirenden Theil. So lange wir nicht diese Differenzirung vor uns haben, können wir nur von einem Blutgefässsystem sprechen.

Weitere Beweisgründe dafür, dass die besprochenen Röhren Blutgefässe und keine Leber darstellen, finde ich in der Anordnung und Vertheilung derselben. Ihre Anordnung, insbesondere die Schlingenbildung der feinsten Verästelungen und die Erweiterung zu ampullenartigen Blindsäckchen, bewirkt eine Vergrösserung der Oberfläche, wie sie ein reicherer Austausch der Bestandtheile erfordert. Am reichsten vertheilt sind die Röhren auf den Abschnitt des Darms, an dem wir die lebhafteste Resorptionsthätigkeit annehmen müssen. Am meisten spricht aber wohl für meine Ansicht die genaue Untersuchung der Wandungen und des Inhalts der Gefässe. Wie schon früher erwähnt, entbehren sie einer selbstständigen isolirbaren Wandung: nur die grösseren Stämme zeigen eine circuläre longitudinale Anordnung von Muskelfasern, die ganz den glatten Fibrillen des Hautmuskelschlauchs gleichen und nur als ein dem Gefässsystem sich anschmiegender Theil desselben aufzufassen sind. Noch entscheidender aber ist die Beschaffenheit der Zellen, welche man innerhalb der Röhren findet. Diese erscheinen an lebenden Thieren als farblose, mit einem deutlichen Kern versehene amöboide Zellen. Dieselben Zellen finden sich in den Hohlräumen der Kiemenbälkchen und in den den Mantel durchsetzenden Gefässen wieder, ebenfalls durch farblose Intercellularflüssigkeit ge[illegible] sie demnach

das Lumen von unzweifelhaften Blutgefässen erfüllen, kann man sie hier wie dort sicher als Blutzellen bezeichnen. Die stärkere Anhäufung derselben in den Darmgefässen lässt sich vielleicht darauf zurückführen, dass vermöge der blinden Endigungen und proportional dem vergrösserten Gesammtquerschnitt der Blutbahnen die Geschwindigkeit der Circulation abnimmt.

Endlich entspricht auch der Zeitpunkt und die Art und Weise der Entstehung der fraglichen Darmgefässe vollkommen derjenigen der Mantelgefässe. Nach Krohn's Schilderung entwickeln sich beide kurz vor der Entstehung des Herzens, beide aus Hauptstämmen, die sich dichotomisch theilen, Ampullen treiben und Schlingen bilden.

Man könnte noch den Einwurf machen, Krohn hätte dann bei der Verfolgung der Entwickelung Blutcirculation wahrnehmen müssen. Dem gegenüber ist jedoch zu bedenken, dass die Circulation in den Mantelgefässen, die doch rings von einer vollkommen durchsichtigen Substanz umgeben sind, lange den Beobachtern entgangen ist und nach Krohn's eigenem Geständniss schwer wahrzunehmen ist. Um wie viel leichter mag sie sich am Darm selbst der genaueren Prüfung unterziehen, da hier die grössere Undurchsichtigkeit der Gewebe viel ungünstigere Verhältnisse bietet.

Die Beobachtung der Pulsation an erwachsenen Thieren belehrte mich, wie langsam und träge die Herzthätigkeit ist und wie wenig die Pulswelle sich in die grösseren Gefässe verfolgen lässt.

Von Phallusia mammillata wenden wir uns zu den entsprechenden Verhältnissen bei den Cynthien.

Betrachtet man den Darmcanal einer Cynthie genauer von aussen, so findet man ihn seiner ganzen Ausdehnung nach, am deutlichsten aber am Magen, gestreift. Die Streifen folgen im Wesentlichen der Längenrichtung des Darms und entsprechen nach Savigny den Blättern des Magens, was jedoch nur in beschränkter Weise zuzugeben ist, da die Streifung auch an anderen Darmabschnitten, die der Faltung der Darmwand entbehren, sich vorfindet, wie namentlich am Oesophagus. Am schönsten ist sie am Magen von Cynthia mytiligera entwickelt (Taf. VII. Fig. 7). Bei C. canopus und C. polycarpa bemerkt man bei genauerer Prüfung, dass einzelne der grösseren Streifen nach der Stelle hin convergiren, wo der Herzschlauch der vorderen Magenwand fest anhaftet. Dies führte mich zur Vermuthung, dass sie mit demselben in Beziehung ständen, und veranlasste mich vom Herzschlauch aus Luft zu injiciren. Hierbei ergab sich nun, dass Luftblasen in die Darmwandung eindrangen und dem Verlauf der Streifungen folgten, wobei deren dichotomische, unter spitzem Winkel erfolgende Theilung sich besser verfolgen

liess. Ich kam somit zum Schluss, dass die Streifung Ausdruck eines den Darm umspinnenden Gefässsystems sei. Die Vertheilung desselben untersuchte ich genauer auf Querschnitten, wo man sie als Lücken im Bindegewebe wiederfindet (Taf. VIII. Fig. 18). Sie sind am reichsten in der vorderen Magengegend, wo meistens ein Canal an der Basis je einer Falte liegt. Am Oesophagus finden sich bei C. mytiligera (Taf. VIII. Fig. 19) zwei grössere Lücken, welche dieselben Beziehungen zum Muskelsystem erkennen lassen wie die grösseren Stämme bei Phallusia. Cynthia canopus wies nur einen Hauptstamm auf, ausser einigen unbedeutenden Aesten. Im Dünndarm finden sich nur wenige und dazu noch schwächere Canäle.

Ich habe zwar keine Injectionen versucht, aber durch Combination mit den von Milne Edwards über Blutcirculation der Synascidien gegebenen Mittheilungen glaubte ich jetzt schon folgendes Schema der Circulation geben zu können. Das Blut dringt vom Herzen zum Magen und vertheilt sich hier in feinere Aeste, um dann zum Theil in dem grösseren Oesophagealstamm sich zu sammeln und so zur Kieme zu gelangen, zum Theil vielleicht auch dem Dünndarm zu folgen und von hier in den Muskelschlauch oder durch die, viele Commissuren bildenden Haftfäden der Kieme in letztere einzutreten.

Ausser diesen Blutsinus bemerkt man auf Querschnitten noch Canäle, welche Schlingen in den Magenfalten bilden, am deutlichsten am Magen von Cynthia canopus (Taf. VIII. Fig. 21 *b*). Sie sind von sehr ungleichem Caliber, bald verengt, bald bauchig angeschwollen. Wenn man auch nicht von einem Epithel sprechen kann, so sind die Wandungen doch nicht homogen, sondern tragen Zellen mit deutlichem Kern, die ihrem ganzen Aeusseren nach sich mehr den Gefässepithelien anreihen, spärlich vertheilt sind, jedoch mit der Verminderung des Canallumens an Dichtigkeit zunehmen. Auf Querschnittsfiguren sieht man, dass das Protoplasma der einzelnen Zellen zusammenhängt (Fig. 21 *c*).

Diese den Capillaren ähnliche Gefässschlingen communiciren mit den grossen Blutsinus (*a*). Man kann Uebergänge von den letzteren zu den ersteren nachweisen, auch in der Structur der Wand. Die als wandungslos beschriebenen, von aussen als Streifen kenntlichen Sinus zeigen einen äusserst spärlichen Zellenbeleg, den man am besten an den Längsseiten dickerer Querschnitte beobachtet. Ich wage ihn kaum als Gefässepithel zu bezeichnen. Sie sind nicht häufiger als die Bindegewebszellen, welche auf einem gleichen Raum liegen würden. Man kann sie deshalb als Bindegewebszellen ansehen, deren Intercellularsubstanz nur in einer Fläche, nicht allseitig entwickelt ist. Geht man von diesen aus, so kann man die grossen Sinus durch factisch existi-

rende Uebergangsformen mit den zellenreichen Canälen verknüpfen. In zwei allerdings vereinzelten Fällen habe ich auch einen directen Uebergang beobachten können; hier bildeten die Zellen eines grossen Sinus an einer Stelle zugleich den Eingang in einen zellenreicheren Canal. Der letztere mündete in ersteren aus. Vielleicht würde es gelingen, durch Versuche mit Injection gefärbter Substanzen weitere directe Belege beizubringen.

Für den Ascidienbau sind diese Gefässschlingen insofern von Wichtigkeit, als sie uns die vollkommene Gleichstellung der Blutcirculation bei Cynthien und Phallusien ermöglichen. Beide Beobachtungsreihen stützen und ergänzen sich. Was bei den Phallusien undeutlicher ist, die Communication mit dem Blutgefässsystem, kann bei den Cynthien leicht beobachtet werden. Dagegen die Vertheilung der Gefässe am Darm lässt sich bei ersteren besser verfolgen.

Die hier gegebene Schilderung der Magengefässe von Cynthia canopus passt auch auf andere Cynthien mehr oder weniger. Insbesondere sind sie bei C. mytiligera deutlich zu erkennen, jedoch durch die faserige Differenzirung des Bindegewebes mehr verdeckt.

Die von den Magengefässen gewonnene Anschauung lässt sich nicht ohne weiteres auf die übrigen Darmabschnitte übertragen. Für das Sinussystem habe ich oben schon die Veränderung beschrieben. Die kleinen von Epithelium ausgekleideten Canäle fehlen am Oesophagus fast ganz; am Dünndarm weichen sie nicht unbedeutend ab und sind nicht ohne weiteres mit den Gefässschlingen des Magens zuvergleichen. Sie sind hier zum grossen Theil bedeutend zellenreicher und zeigen auf Querschnitten der grösseren Stämme ein vollkommen quadratisches Epithel. Freilich ist das Bindegewebe auch zellenreicher. Diese kleinen Canäle sind am reichsten in der Costa entwickelt und besitzen meist einen von der äusseren zur inneren Darmoberfläche gehenden Verlauf und eine in dieser Richtung hin erfolgende dichotomische Verästelung. Unweit des Cylinderepithels biegen sie sich um, um demselben parallel zu laufen, oder enden mit Ampullen; häufig sieht man ihre Querschnitte (Taf. VIII. Fig. 20, 22). Was jedoch mich zurückhält, ein entscheidendes Urtheil abzugeben, sind folgende Bedenken:

Ich fand bei Cynthia mytiligera und C. canopus und zwar hauptsächlich an der Costa, dass das Epithel der Tunica tertia sackartig sich einstülpte (Taf. VIII. Fig. 20). Einer der tieferen Einstülpungen lag ein Canal *(a)* dicht an, dessen Epithel nicht die geringsten Unterschiede erkennen liess vom Epithel der Tunica. Bei einem anderen Querschnitt verlief ein breiter geschlängelter Canal, der in ganz ähnlicher Weise in der Nähe einer tieferen Einstülpung lag, durch die Costa quer in der

Richtung zum Darmepithel. Wie leicht wäre es möglich, dass diese Canäle nur Einstülpungen des Epithels der Tunica tertia wären? Ihr Reichthum an der Costa (einer Darmfaltenbildung) würde damit stimmen.

Das Epithel der Tunica tertia wird durch einen feinen homogenen Saum vom Bindegewebe des Darms getrennt (Taf. VIII. Fig. 21, 22). Ein ähnlicher Saum umgiebt den grössten Theil der Canäle am Dünndarm von Cynthia canopus (Taf. VIII. Fig. 22 *g*) und noch deutlicher die allerdings sehr spärlichen Canäle am Oesophagus.

Bei Cynthia echinata (MÜLLER's Zoologia Danica) konnte ich ganz genau beobachten, wie derartige Einstülpungen der Tunica tertia canalartige Bildungen erzeugen. Verhältnisse, wie sie Taf. IX. Fig. 31 zeigt, findet man oft bei den Leberschläuchen des Magens; bei einem grossen Theil schien ihr Zusammenhang mit Einstülpungen direct nachweisbar (Taf. IX. Fig. 30 *e e*).

Ich halte es daher für wahrscheinlich, dass ein Theil der canalartigen Bildungen auf derartige Einstülpungen zurückzuführen ist. Namentlich muss ein zusammenhängender Epithelbeleg Misstrauen erwecken. Ich möchte eben nicht die Bildung aller Canäle auf diese Art und Weise ohne weiteres erklären. Es können ja Blutgefässe und Einstülpungen neben einander existiren. Meine Beobachtungen reichen in diesem Punkte nicht aus. Jedoch scheinen sie ausreichend, um manche Bildungen, welche man irriger Weise als Leberschläuche beschrieben hat, auf andere, für den Organismus unwichtigere Theile zurückzuführen.

Was HUXLEY in VICTOR CARUS' Icones zootomicae als Leber von der Costa einer Cynthia abbildet, scheint weiter nichts als eine schlauchförmige Hineinwucherung des den Perithoracalraum auskleidenden Epithels zu sein. Dieselbe für eine Leber zu erklären liegen keine hinreichenden Gründe vor.

Ebenso wenig sind die bei den Phallusien als Leber beschriebenen Bläschen (das honiggelbe Organ KROHN's) als Leber zu deuten. Nach meinen Untersuchungen bestehen dieselben aus geschlossenen Follikeln, welche ein concrementartiges gelbes Körperchen enthalten (Taf. IX. Fig. 23). Die Wandung des Follikels besteht aus einer homogenen Membran *(d)*. Auf derselben liegen zahlreiche runde Körperchen, von denen einige netzartig sich verbindende Ausläufer bilden (Fig. 26). Sie besitzen den eigenthümlichen Glanz und das starke Lichtbrechungsvermögen von Fettkörperchen. Ihr Umriss ist meistens unregelmässig rundlich. Ich würde sie für Zellen halten, wenn ein deutlicher Kern nachweisbar wäre. Trotzdem ist es wahrscheinlich, dass sie aus wirk-

lichen Zellen durch Verlust des Kernes und Umwandlung des Protoplasma entstanden sind.

Das in jedem Bläschen liegende gelbe concrementartige Körperchen besteht aus einer oder mehreren Zellen, welche mit Carmin sich intensiv färben. Sie sind umschlossen von einer schichtenweis abgelagerten glashellen Substanz, die oft der Follikelwand anhaftet. Mit Säuren behandelt wird das gelbe Concrement unter lebhafter Gasentwicklung etwas heller, ohne jedoch vollkommen klar zu werden. Die Ablagerung kohlensaurer Salze als Ausscheidungsproducte des thierischen Organismus spricht jedenfalls mehr für ein excretorisches als ein secretorisches Organ. Wahrscheinlich ist dieses »honiggelbe Organ« der Phallusien als Niere zu deuten.

Während die bisher betrachteten Darmanhänge wohl alle mit Unrecht als Leber bezeichnet wurden, existirt dagegen ein echtes leberartiges Organ als drüsiger Anhang des Magens bei einem Theile der Cynthien, wo dasselbe von SAVIGNY und MILNE EDWARDS aufgefunden worden ist. Die Cynthia echinata (FABRICIUS, fauna Groenlandica; O. F. MÜLLER, Zoologia Danica), bei welcher ich dasselbe untersuchte, fehlt in SAVIGNY's Aufstellung und reiht sich demnach als neues Glied einer seiner beiden ersten Tribus ein.

Von aussen betrachtet fällt der Magen der Cynthia echinata durch die gelappte Form auf, welche seine nach der Kieme zu gelegene Wand besitzt (Taf. IX. Fig. 27). Auf Querschnitten sieht man, dass die erheblich verdickte Magenwand aus länglichen, einfachen oder spärlich verästelten Drüsenschläuchen besteht, welche dasselbe Epithel besitzen wie die drüsenfreie entgegengesetzte Darmwand. Fig. 28, Taf. IX. giebt die Formverhältnisse eines solchen Querschnitts durch den drüsenführenden Theil der Magenwand genau wieder. Fig. 29 ist dagegen eine schematische Darstellung eines Querschnittes durch den ganzen Magen. Die in den Schläuchen liegenden Kugeln *(s s)* halte ich für das Secret der Drüsenzellen.

Um mich zu überzeugen, dass ich es hier nicht wie bei anderen Ascidien mit Falten, sondern mit echten Drüsenschläuchen zu thun habe, führte ich andere Schnitte senkrecht auf der Richtung der ersteren (parallel der Fläche der Darmwand) und erhielt so das genau copirte Bild von Fig. 30. Hier lassen die, auf den verschiedensten Höhen getroffenen Querschnitte der Drüsenschläuche keinen Zweifel zu, dass wir es hier mit einer echten Drüsenbildung zu thun haben. Zwischen den Schläuchen der Drüse finden sich die oben als Einstülpungen des äusseren Epithelbelegs beschriebenen Canäle (Fig. 30 *e*). Vom Blutgefässsystem fand ich nur einen grossen mit *a* bezeichneten Sinus (29 *a*).

Während wir bei Cynthia echinata Drüsenschläuche vor uns haben, welche nur wenig sich verzweigen und getrennt in den Darmcanal münden, so sind bei C. microcosmus viele Schläuche zu einer Gruppe vereint, um mit einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang zu münden. Ich lasse hier die ausführlichere Beschreibung folgen.

Die gelbe Farbe der Darmwandung von Cynthia microcosmus wird am Magen durch orangefarbene feine Striche unterbrochen oder an vielen Stellen durch dichtere Anordnung dieser Striche ganz verdrängt. Diese sind in kleinere Gruppen vereint, welche wieder zu grösseren Complexen zusammentreten. Die Mitten der grösseren Gruppen prominiren und geben der Darmwand ein etwas höckeriges Ansehen und erzeugen eine Oberfläche, wie sie die Lobuli einer zusammengesetzten Drüse bilden.

Schneidet man den Magen auf, so vermisst man die bei den meisten Ascidien vorkommenden Längsfalten, wie auch dem Dünndarm die Costa fehlt. Dagegen erblickt man auf der inneren Magenfläche die schon von SAVIGNY und MILNE EDWARDS beschriebenen Vertiefungen, ungefähr sechs bis neun an der Zahl (Fig. 32. *l*, *l*). Sie liegen auf der der Kiemenhöhle zugekehrten Darmwand und flachen sich nach dem Pylorus zu allmählich rinnenförmig ab, während sie nach der Cardia zu mit einer scharf vorspringenden, die Vertiefung ein wenig überdeckenden Falte abschliessen. Am Grunde jeder Vertiefung finden sich mehrere kleinere Mündungen. Schneidet man durch die Magenwand auf eine derselben ein, so sieht man, dass das hier einmündende Canälchen sich mehrfach dichotomisch verästelt (Fig. 33, 34). In der Peripherie ist der Querschnitt von einem Gewirre feinster orangenfarbener Striche *(a)* durchsetzt, die jedoch in ihrer Masse insofern eine gewisse Anordnung erkennen lassen, als sie Gruppen bilden, welche den durch Dichotomie des gemeinsamen Canälchens entstandenen Aestchen entsprechen. Im Magen findet sich eine orangenfarbene Masse, welche namentlich in den Vertiefungen zu finden ist und so sich als Secret der Drüsenschläuche charakterisirt.

Die Annahme, dass wir es hier mit einer traubenförmigen Drüse zu thun haben, findet durch Querschnitte ihre Bestätigung. Man trifft auf diesen die Drüsenschläuche bald mehr der Länge, bald mehr der Quere nach durchschnitten, unter ihnen auch solche, die sich mehrfach verästeln (Taf. IX. Fig. 35 *l*). Sie tragen dasselbe Cylinderepithel, welches auch sonst den Darmcanal der Ascidien auskleidet, aber ohne Flimmerhaare. Zwischen den Leberacini finden sich die Blutgefässe als dunkle Massen. Die Blutkörperchen waren in Alkohol zu feinen dunkeln

Körperchen geschrumpft, quollen aber in essigsaurem Kali auf und liessen auf Essigsäurezusatz einen Kern erkennen.

Während so bei einem Theile der Ascidien (Cynthia microcosmus, C. echinata etc., überhaupt bei den beiden ersten Tribus von Savigny) die Vergrösserung der secernirenden Epithelfläche des Darms durch echte traubige Drüsenbildung bewirkt wird, tritt dagegen bei den anderen (den beiden letzten Tribus von Savigny) an ihre Stelle blosse Faltenbildung der Darmwand, deren Epithel die Function einer Leber erfüllt, und um so leichter erfüllen kann, als durch die in hohem Grade entwickelte Längsfaltung der Darmwand die secretorische Fläche bedeutend vergrössert wird.

Alle übrigen, bei den Ascidien als Leber beschriebenen Organe verdienen diesen Namen nicht und werden sich als anderweitige Bildungen erweisen, wie ich es für einen Theil wahrscheinlich gemacht, für einen anderen sicher nachgewiesen zu haben glaube.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Fig. 1. Clavellina lepadiformis nach Milne Edwards.
Cl Cloake, *a'* tunica tertia, *a* ihre Anheftung an den Muskelschlauch, *c b a* ihre Anheftungen an die Kieme, *e* Lage des Endostyls und Ventralsinus, *g* Mündung des Geschlechtsapparats, *i* After, *M* Tunica muscularis, *T* Testa.

Fig. 2. Phallusia mamillata. Die rechte Seite der Testa und des Muskelschlauchs ist abpräparirt. Ihre Querschnitte sind mit *T* und *M* bezeichnet. Der Kiemensack *K* dadurch bloss gelegt. Bezeichnung sonst wie in der folgenden Figur.

Fig. 3. Phallusia mamillata. Die linke Seite der Testa und der Muskelwand ist abgeschnitten, der Darm hierdurch seiner Länge nach geöffnet (halb schematische Zeichnung; die Ovarien sowie das honiggelbe Organ sind weggelassen).
Cl Cloake, *oe* Oesophagus, *g* Magen, *r* Rectum, *i'* aufsteigende, *i''* absteigende Windung des Dünndarms, *K* Kieme, *v* Ventralsinus, *d* Dorsalsinus, beide mit ihren Muskelkiemenlamellen. *α* die Linie durch die man den Querschnitt führen musste um das Schema Fig. IV zu erhalten, *β* Linie für das Schema V, *γ* für VI.

Fig. 4, 5, 6. Schemata von Phallusia mamillata, welche die Beziehung von Mantel (*T*), Muskelschlanch (*M*), Tunica tertia parietalis (*Sp*), Tunica tertia visceralis (*Sv*) und Darmkiemenepithelblatt (*KD*) erläutern, sowie das Zustandekommen einer dorsalen und ventralen Muskelkiemenlamelle (*v* und *d*). Ausserdem bedeuten *e* Endostyl, *ps* linker, *pd* rechter Perithoracalraum, *Cl* Cloake.

Fig. 7. Cynthia mytiligera von der Egestionsöffnung aus aufgeschnitten. Der Theil der ventralen Muskelkiemenlamelle, welcher Magen und Oesopha-

gus an die Muscularis befestigt, vom letzteren abgetrennt (*v''*), rechte und linke Hälfte des Muskelschlauchs mit den anliegenden Organen zu beiden Seiten zurückgeschlagen.

Bezeichnungen wie früher; ausserdem:

v' Der zwischen Magen und Kieme ausgespannte Theil der Muskelkiemenlamelle, *m* die von SAVIGNY für ein Ovarium gehaltene Falte der Tunica tertia, *o* die Wülste, in denen die Geschlechtsorgane liegen.

Fig. 8. Die Intestinalschlinge von Cynthia mytiligera (*J*) mit ihrem Mesenterium (*Tv*) und dem Muskelschlauch *M*.

Fig. 9. Schema des Endostyls von Salpa nach LEUCKART. *d* bedeutet die den Endostyl (*E*) von der Bauchrinne (*B*) trennende Lamelle. Im übrigen dienen die Buchstaben, um die verschiedenen Zellen mit denen der Ascidien zu vergleichen.

Fig. 10. Die Zellen der Höhe der Bauchrinne bei *a* (von Cynthia canopus).

Fig. 11. Die Zellen der Bauchrinne bei *b*, von derselben.

Fig. 12. Die Spindelzellen wie sie im Stratum *d* und *h* vorkommen.

Fig. 13. Zellen aus c^1 und c^2 (Fig. 10—13 von Cynthia canopus).

Fig. 14. Die Stelle *d* von Phallusia mamillata und die homogene Membran, der die Zellen aufliegen.

Fig. 15. Die Zellen des Endostylgrundes von C. mytiligera mit ihren Geisseln, *c* die den Flimmerzellen gemeinsame Cuticula.

Tafel VIII.

Fig. 16. Querschnitt des Endostyls von Cynthia canopus.

v der ventrale Blutsinus, *g* Blutgefässe, *K* inneres Kiemenepithel, *S* äusseres Kiemenepithel.

Fig. 17. Endostyl von Phallusia mamillata.

Bezeichnungen wie oben, ausserdem *Sp* das die innere Muskelwand, *E* das die äussere auskleidende Epithel (*E* liegt zwischen Muskelschlauch und Testa; *Sp* und *S* gehören der Tunica tertia an.

Fig. 18. Querschnitt durch den Magen von Cynthia canopus.

a Blutsinus innen an der Basis einer Falte liegend, *m* Mesenterium (Doppellamelle der Tunica tertia).

Fig. 19. Querschnitt durch den Oesophagus von Cynthia mytiligera.

mv mv Mesenterium, welches gleichzeitig die ventrale Muskelkiemenlamelle ist, *aa* die Blutsinus, um die sich ein Ring von glatten Muskelfasern lagert.

Fig. 20 Querschnitt durch den Dünndarm der Cynthia mytiligera.

aa Blutsinus, *C* Costa, *c* die epitheltragenden Canäle mit ihren ampullenförmigen Erweiterungen (*ae*), deren Bedeutung ich nicht sicher stellen konnte, *e* die Einstülpungen des Epithels der Tunica tertia, *dd* anliegende Canäle, deren Epithel dem der Tunica tertia äusserst ähnlich ist und die aussehen, als ob sie Einstülpungen desselben wären.

Fig. 21. Eine Falte des Magens von Cynthia canopus, quer durchschnitten und stärker vergrössert (Zeiss E. Oc. II).

a Blutsinus mit dem spärlichen Zellenbeleg, *b* die Gefässschlingen, welche in die Darmfalte dringen, *c* ebensolche auf dem Quer-

Körperchen geschrumpft, quollen aber in essigsaurem Kali auf und liessen auf Essigsäurezusatz einen Kern erkennen.

Während so bei einem Theile der Ascidien (Cynthia microcosmus, C. echinata etc., überhaupt bei den beiden ersten Tribus von SAVIGNY) die Vergrösserung der secernirenden Epithelfläche des Darms durch echte traubige Drüsenbildung bewirkt wird, tritt dagegen bei den anderen (den beiden letzten Tribus von SAVIGNY) an ihre Stelle blosse Faltenbildung der Darmwand, deren Epithel die Function einer Leber erfüllt, und um so leichter erfüllen kann, als durch die in hohem Grade entwickelte Längsfaltung der Darmwand die secretorische Fläche bedeutend vergrössert wird.

Alle übrigen, bei den Ascidien als Leber beschriebenen Organe verdienen diesen Namen nicht und werden sich als anderweitige Bildungen erweisen, wie ich es für einen Theil wahrscheinlich gemacht, für einen anderen sicher nachgewiesen zu haben glaube.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Fig. 1. Clavellina lepadiformis nach MILNE EDWARDS.
Cl Cloake, *a'* tunica tertia, *a* ihre Anheftung an den Muskelschlauch, *c b a* ihre Anheftungen an die Kieme, *e* Lage des Endostyls und Ventralsinus, *g* Mündung des Geschlechtsapparats, *i* After, *M* Tunica muscularis, *T* Testa.

Fig. 2. Phallusia mamillata. Die rechte Seite der Testa und des Muskelschlauchs ist abpräparirt. Ihre Querschnitte sind mit *T* und *M* bezeichnet. Der Kiemensack *K* dadurch bloss gelegt. Bezeichnung sonst wie in der folgenden Figur.

Fig. 3. Phallusia mamillata. Die linke Seite der Testa und der Muskelwand ist abgeschnitten, der Darm hierdurch seiner Länge nach geöffnet (halb schematische Zeichnung; die Ovarien sowie das honiggelbe Organ sind weggelassen).
Cl Cloake, *oe* Oesophagus, *g* Magen, *r* Rectum, *i'* aufsteigende, *i''* absteigende Windung des Dünndarms, *K* Kieme, *v* Ventralsinus, *d* Dorsalsinus, beide mit ihren Muskelkiemenlamellen. *α* die Linie durch die man den Querschnitt führen musste um das Schema Fig. IV zu erhalten, *β* Linie für das Schema V, *γ* für VI.

Fig. 4, 5, 6. Schemata von Phallusia mamillata, welche die Beziehung von Mantel (*T*), Muskelschlanch (*M*), Tunica tertia parietalis (*Sp*), Tunica tertia visceralis (*Sv*) und Darmkiemenepithelblatt (*KD*) erläutern, sowie das Zustandekommen einer dorsalen und ventralen Muskelkiemenlamelle (*v* und *d*). Ausserdem bedeuten *e* Endostyl, *ps* linker, *pd* rechter Perithoracalraum, *Cl* Cloake.

Fig. 7. Cynthia mytiligera von der Egestionsöffnung aus aufgeschnitten. Der Theil der ventralen Muskelkiemenlamelle, welcher Magen und Oesopha-

gus an die Muscularis befestigt, vom letzteren abgetrennt (v''), rechte und linke Hälfte des Muskelschlauchs mit den anliegenden Organen zu beiden Seiten zurückgeschlagen.

Bezeichnungen wie früher; ausserdem:

v' Der zwischen Magen und Kieme ausgespannte Theil der Muskelkiemenlamelle, *m* die von SAVIGNY für ein Ovarium gehaltene Falte der Tunica tertia, *o* die Wülste, in denen die Geschlechtsorgane liegen.

Fig. 8. Die Intestinalschlinge von Cynthia mytiligera (*J*) mit ihrem Mesenterium (*Tv*) und dem Muskelschlauch *M*.

Fig. 9. Schema des Endostyls von Salpa nach LEUCKART. *d* bedeutet die den Endostyl (*E*) von der Bauchrinne (*B*) trennende Lamelle. Im übrigen dienen die Buchstaben, um die verschiedenen Zellen mit denen der Ascidien zu vergleichen.

Fig. 10. Die Zellen der Höhe der Bauchrinne bei *a* (von Cynthia canopus).

Fig. 11. Die Zellen der Bauchrinne bei *b*, von derselben.

Fig. 12. Die Spindelzellen wie sie im Stratum *d* und *h* vorkommen.

Fig. 13. Zellen aus c^1 und c^2 (Fig. 10—13 von Cynthia canopus).

Fig. 14. Die Stelle *d* von Phallusia mamillata und die homogene Membran, der die Zellen aufliegen.

Fig. 15. Die Zellen des Endostylgrundes von C. mytiligera mit ihren Geisseln, *c* die den Flimmerzellen gemeinsame Cuticula.

Tafel VIII.

Fig. 16. Querschnitt des Endostyls von Cynthia canopus.

v der ventrale Blutsinus, *g* Blutgefässe, *K* inneres Kiemenepithel, *S* äusseres Kiemenepithel.

Fig. 17. Endostyl von Phallusia mamillata.

Bezeichnungen wie oben, ausserdem *Sp* das die innere Muskelwand, *E* das die äussere auskleidende Epithel (*E* liegt zwischen Muskelschlauch und Testa; *Sp* und *S* gehören der Tunica tertia an.

Fig. 18. Querschnitt durch den Magen von Cynthia canopus.

a Blutsinus innen an der Basis einer Falte liegend, *m* Mesenterium (Doppellamelle der Tunica tertia).

Fig. 19. Querschnitt durch den Oesophagus von Cynthia mytiligera.

mv mv Mesenterium, welches gleichzeitig die ventrale Muskelkiemenlamelle ist, *aa* die Blutsinus, um die sich ein Ring von glatten Muskelfasern lagert.

Fig. 20 Querschnitt durch den Dünndarm der Cynthia mytiligera.

aa Blutsinus, *C* Costa, *c* die epitheltragenden Canäle mit ihren ampullenförmigen Erweiterungen (*ae*), deren Bedeutung ich nicht sicher stellen konnte, *e* die Einstülpungen des Epithels der Tunica tertia, *dd* anliegende Canäle, deren Epithel dem der Tunica tertia äusserst ähnlich ist und die aussehen, als ob sie Einstülpungen desselben wären.

Fig. 21. Eine Falte des Magens von Cynthia canopus, quer durchschnitten und stärker vergrössert (Zeiss E. Oc. II).

a Blutsinus mit dem spärlichen Zellenbeleg, *b* die Gefässschlingen, welche in die Darmfalte dringen, *c* ebensolche auf dem Quer-

schnitt. Sie lassen erkennen wie das Protoplasma der Zellen einen vollkommenen Ring bildet, *e* Flimmerepithel des Darmcanals, *S* quadratisches Epithel, das den Darm von aussen umkleidet; beide auf einer homogenen Membran lagernd, *h* Bindegewebszellen.

Fig. 22. Ein Stück der Wand des Dünndarms von Cynthia canopus.
M Mesenterium, dessen Epithel direct in das den Darm überziehende sich fortsetzt, *g* die Canäle mit cylindrischem Epithel und homogenem Saum (vgl. 20), *h* Bindegewebskörperchen.

Tafel IX.

Fig. 23. Querschnitt durch den Oesophagus von Phallusia mamillata. *e* das Flimmerepithel, das auf einer homogenen Lamelle lagert, aber sich in Falten von ihr abhebt. Die Falten bedingen durch die grosse Undurchsichtigkeit der betreffenden Stelle wegen ihrer grösseren Dicke ein marmorirtes Aussehen des Epithels auf der Flächenansicht.
aa Die grössern Blutgefässe und ihre feinen Endigungen in reiche Schlingenbildung, *d* die allseitig geschlossenen Follikel des honiggelben Organs mit ihren gelben Concrementen *f*.

Fig. 24. 25. Querschnitte durch die Enden von Falten des Magens, um die Schlingen und Ampullen der Gefässverzweigung zu zeigen (*a*), von Phallusia mamillata.

Fig. 26. Ein Stück der Wand eines Bläschens.
e die runden (aus Zellen entstandenen?) fettglänzenden Körperchen, *d* das von einzelnen derselben gebildete Netzwerk gleicher Substanz.

Fig. 27. Magen von Cynthia echinata von der Kiemenseite.

Fig. 28 Querschnitt durch die von dem Muskelschlauch abgewandte Magenwand von Cynthia echinata.
dd Drüsenschlauch, *m* Magenepithel, *s* Secret der Drüsen, *b* Gerüst von feinen Bindegewebsfasern.

Fig. 29. Schematischer Querschnitt durch den gesammten Magen von Cynthia echinata.
M Muskelschlauch, *a* Blutsinus.

Fig. 30. Die Magenwand von Cynthia echinata der Länge nach durchschnitten.
d Die Querschnitte des Drüsenschlauchs, *e e* Einstülpungen des Epithels, welche die canalartigen Bildungen *c c* erzeugen.

Fig. 31. Ein solcher durch Einstülpung entstandener Canal (Fig. 30) stärker vergrössert.

Fig. 32. Magen von Cynthia microcosmus; man sieht auf die von der Musculatur abgewandte Fläche.
l Die Vertiefungen mit den Mündungen der Gallengänge am Grunde.

Fig. 33. Schnitt durch die Magenwand von Cynthia microcosmus, welcher eine der Einmündungen getroffen hat.
g Die dichotomisch sich verästelnden Ausführgänge, *a* die Gruppen der Leberacini (doppelt so gross als in Natur).

Fig. 34. Die Verzweigung eines Ausführgangs der Leber von Cynthia microcosmus.

Fig. 35. Querschnitt durch die Wand des Magens von Cynthia microcosmus.
l Leberschläuche (mit Carmin gefärbt), *a* Blutgefässe.

Zur Kenntniss der Phosphorverbindungen.

Von

A. Geuther und A. Michaelis.

I. Ueber ein neues Phosphoroxychlorid, das Pyrophosphorsäurechlorid.

Von den Chloriden der drei Phosphorsäuren hat man bisher nur das der gewöhnlichen Phosphorsäure, das Phosphoroxychlorid: $POCl^3$ gekannt, unbekannt ist das Chlorid der Metaphosphorsäure: PO^2Cl und war das Chlorid der Pyrophosphorsäure: $P^2O^3Cl^4$. Es ist uns gelungen, eine Verbindung von der letzteren Zusammensetzung darzustellen, die wir als Pyrophosphorsäurechlorid bezeichnen wollen. Dasselbe entsteht bei der Einwirkung von Salpetrig-Salpetersäureanhydrid (N^2O^4) oder Salpetrigsäureanhydrid (N^2O^3) auf Phosphorchlorür.

Um es darzustellen, verfährt man am besten auf die Weise, dass man die Dämpfe von Salpetrig-Salpetersäureanhydrid (sog. Untersalpetersäure), welchen man sich vorher durch Erhitzen von Bleinitrat flüssig dargestellt hat, langsam zu stark abgekühltem überschüssigen Phosphorchlorür treten lässt in der Art, dass man das Kölbchen, worin der flüssige Anhydrid sich befindet, in Wasser von 30° setzt, während der Cylinder mit dem Phosphorchlorür durch eine Kältemischung von Eis und Kochsalz umgeben ist. Der letztere ist durch einen doppelt durchbohrten Kork verschlossen, welcher das über dem Chlorür endigende Zuleitungsrohr und ein Ableitungsrohr trägt. Auf 20 Grm. Untersalpetersäure wendet man 100 Grm. Phosphorchlorür an. Die Einwirkung findet sofort statt, es entwickeln sich Gase, von denen ein Theil zu einer rothen Flüssigkeit condensirt werden kann, die sich bei gewöhnlicher Temperatur wieder in orangegelben Dampf verwandelt und mit wenig Wasser in Salzsäure und Salpetrigsäure zersetzt wird, also NOCl ist, während ein anderer Theil nicht condensirbar ist und aus Stickstoff mit etwas Stickoxyd besteht. Das Phosphorchlorür wird roth

gefärbt, indem ein Theil des Salpetrigsäurechlorids bei ihm verbleibt, während sich gleichzeitig Phosphorsäureanhydrid ausscheidet. Nachdem alle Untersalpetersäure zudestillirt worden ist, wird der Cylinder aus der Kältemischung genommen und mit lauwarmem Wasser umgeben, um das Salpetrigsäurechlorid abzudestilliren. Darauf wird sein Inhalt in ein Destillationsgefäss gebracht und rectificirt. Zuerst destillirt viel unverändertes Phosphorchlorür, darauf zwischen 105° und 110° eine gleichfalls beträchtliche Menge von $POCl^3$, während zuletzt der Siedepunkt rasch bis auf 200° steigt, von wo an bis 230° die neue Verbindung übergeht. Es ist zu empfehlen, sich erst durch wiederholte Darstellungen eine grössere Menge derselben zu bereiten, ehe man zu ihrer weiteren Reinigung durch Rectification schreitet. Aus 350 Grm. Phosphorchlorür wurden durch so oft wiederholte Einwirkungen von Untersalpetersäure, bis kein Phosphorchlorür mehr unverändert vorhanden war, erhalten: 232 Grm. gewöhnliches Phosphoroxychlorid und nur 40 Grm. des höher siedenden Productes, d. h. nur 11,4 % der angewandten Phosphorchlorürmenge.

Man kann, wie oben erwähnt, auch an Stelle des Salpetrig-Salpetersäureanhydrids die durch Chlorcalcium getrockneten Dämpfe des Salpetrigsäureanchydrids anwenden, wie man sie mit Kohlensäure gemischt bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Stärke erhält. Man wendet am besten auf 100 Grm. Phosphorchlorür 30 Gr. Stärke und 180 Grm. Salpetersäure an, rectificirt dann das Product und leitet zu dem unter 100° Siedendem die dem angegebenen Verhältniss entsprechende Menge neuer Dämpfe von Salpetrigsäureanhydrid. Wir erhielten auf diese Weise aus 200 Grm. Phosphorchlorür 20 Grm. des höher siedenden Productes, also nur 10 % und relativ mehr Phosphorsäureanhydrid. Da die Einwirkung hierbei nicht so lebhaft ist, offenbar weil der Salpetrigsäureanhydrid mit Kohlensäure verdünnt ist, so braucht man nur mit kaltem Wasser zu kühlen.

Das auf eine dieser Weisen dargestellte Product destillirt zwischen 210 und 215° über, es hat die Zusammensetzung: $P^2O^3Cl^4$, wie die folgende Analyse zeigt, und kann also als das Chlorid der Pyrophosphorsäure angesehen werden. Die Analyse desselben wurde so ausgeführt, dass eine im Röhrchen abgewogene Menge in einem Cylinder mit Wasser zersetzt wurde. Es wurde darauf das Chlor in der mit Salpetersäure angesäuerten Flüssigkeit durch Silbernitrat gefällt und nach Entfernung des überflüssigen Silbers mittelst Salzsäure nach dem Einkochen des Filtrats die Phosphorsäure als Ammonium-Magnesium-Phosphat niedergeschlagen.

0,4882 Grm. Substanz lieferten so 1,1128 Grm $AgCl^2$, entspre-

chend 56,4 % Chlor und 0,4372 $P^2O^7Mg^2$, entsprechend 25,0 % Phosphor.

	ber.	gef.
P^2	= 24,60	25,0
O^3	= 19,05	—
Cl^4	= 56,35	56,4
	100,00	

Das Pyrophosphorsäurechlorid ist eine farblose Flüssigkeit, deren Siedepunkt bei etwa 215° liegt, welche sich aber nicht völlig unzersetzt destilliren lässt, indem ein Theil dabei stets in gewöhnliches Phosphoroxychlorid und Phosphorsäureanhydrid zerfällt nach der Gleichung:

$$3\ P^2O^3Cl^4 = 4\ POCl^3 + P^2O^5$$

Die Dämpfe desselben rauchen an der Luft wie die von Schwefelsäureanhydrid und verkohlen den Kork. Sein spez. Gewicht ist 1,58 bei + 7°. Unter den Umständen, unter welchen gewöhnliches Phosphoroxychlorid krystallisirt[1]), bleibt es flüssig. Mit Wasser zersetzt es sich sofort unter Wärmeentwickelung ohne vorher darin, wie das gewöhnliche Phosphoroxychlorid, tropfenförmig unterzusinken.

Die Zersetzungsproducte sind Salzsäure und gewöhnliche Phosphorsäure. Letztere kann in reichlicher Menge sofort nach der Zersetzung, auch wenn dabei jede Erwärmung durch Abkühlung und langsamen Zusatz des Chlorids zu viel Wasser vermieden worden ist, durch Silbernitrat und Magnesiumlösung nachgewiesen werden.

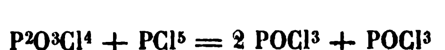
Die rationelle Formel dieses Phosphoroxychlorids ist:

$$\overset{v}{P}\begin{matrix}O\\O\\Cl^2\end{matrix} - \overset{v}{P}\begin{matrix}O\\Cl^2\end{matrix} = \overset{v}{P}OCl^2 - O - \overset{v}{P}OCl^2$$

d. h. die zwei monovalenten Gruppen $POCl^2$ werden durch ein Mischungsgewicht Sauerstoff zusammengehalten. Dies beweisen die Producte, welche entstehen, wenn an Stelle des einen Mgt. Sauerstoff, welches diesen Zusammenhang herstellt, indem es von beiden Phosphormischungsgewichten je eine Werthigkeit beschäftigt, monovalente Elemente oder Gruppen treten, wie es bei der Einwirkung auf dasselbe von Phosphorpentachlorid, Phosphorpentabromid und Alkohol geschieht.

1) Wird ein Mgt. $P^2O^3Cl^4$ mit 1 Mgt PCl^5 in ein Rohr eingeschlossen, so scheint in der Kälte keine Einwirkung statt zu finden, wenn aber im Wasserbade erhitzt wird, so tritt allmählich Verflüssigung der ganzen Masse ein und nun ist der Röhreninhalt zu reinem gewöhnlichen Phosphoroxychlorid geworden nach der Gleichung:

1) Siehe weiter unten



$$P^2O^3Cl^4 + PCl^5 = 2\ POCl^3 + POCl^3$$

2) Wird 1 Mgt. $P^2O^3Cl^4$ (11 Grm.) mit 1 Mgt PBr^5 (18,8 Grm.) in ein Rohr eingeschlossen und im Wasserbade so lange erhitzt, bis sich beim Erkalten keine gelben Krystalle von Phosphorpentabromid mehr ausscheiden und alles flüssig bleibt, so beginnt bei stärkerem Abkühlen die Bildung von Phosphoroxybromidkrystallen. Die davon abgegossene rothe Flüssigkeit wurde wiederholt fractionirt, um das noch gelöste Phosphoroxybromid zu entfernen. Ausser diesem und einer kleinen Menge von gewöhnlichem Phosphoroxychlorid, welches wohl als ein Product der Wärmewirkung auf das Phosphorsäurechlorid anzusehen ist, konnte ein zwischen 135 und 137° siedendes farbloses Product erhalten werden, das nichts anderes als Phosphoroxybromchlorid $POBrCl^2$ war, wie seine Eigenschaften und die damit angestellte Analyse zeigen.

Es ergaben nämlich:

0,6371 Grm. desselben 0,362 Grm. $P^2O^7Mg^4$, entspr. 15,9 Proc. Phosphor und 1,5607 Grm. $AgCl^2 + AgBr^2$. Davon verloren 1,0345 Grm. beim Glühen in Chlorgas 0,0933 Grm., woraus sich für die ganze Menge 37,5 % Chlor und 39,7 % Brom berechnen.

	ber.	gef.
P	= 15,6	15,9
O	= 8,1	—
Br	= 40,4	39,7
Cl^2	= 35,9	37,7
	100,0	

Die Abweichung der gefundenen von den berechneten Mengen rührt offenbar von einer geringen Verunreinigung der Verbindung durch Phosphoroxychlorid her, welches sich bei nicht sehr grossen Mengen nur sehr schwer ganz vollständig entfernen lässt. Darauf deuten auch das etwas geringere spec. Gewicht unseres Productes, welches zu 2,01 bei + 9° gefunden wurde, während das des reinen Productes bei 0° = 2,06 ist, hin, sowie der etwas geringere Schmelzpunkt. Derselbe wurde zu + 10° gefunden, während der von reinem auf andere Weise bereitetem Phosphoroxybromchlorid von uns zu + 11° bestimmt wurde[1]).

Die Einwirkung des Phosphorpentabromids auf das Pyrophosphorsäurechlorid verläuft also analog der des Phosphorpentachlorids nach der Gleichung:

$$P^2O^3Cl^4 + PBr^5 = 2\ POBrCl^2 + POBr^3.$$

1) Siehe weiter unten.

56,4 % Chlor und 0,1372 $P^2O^7Mg^2$, entsprechend 25,0 %
...

	ber.	gef.
P^2	= 24,60	25,0
O^3	= 19,05	—
Cl^4	= 56,35	56,4
	100,00	

...s Pyrophosphorsäurechlorid ist eine farblose Flüssigkeit, deren ...punkt bei etwa 215° liegt, welche sich aber nicht völlig unzer...destilliren lässt, indem ein Theil dabei stets in gewöhnliches ...oxychlorid und Phosphorsäureanhydrid zerfällt nach der ...ung

$$3\ P^2O^3Cl^4 = 4\ POCl^3 + P^2O^5$$

...e Dämpfe desselben rauchen an der Luft wie die von Schwefel...hydrid und verkohlen den Kork. Sein spez. Gewicht ist 1,58 ... Unter den Umständen, unter welchen gewöhnliches Phos...chlorid krystallisirt [1]), bleibt es flüssig. Mit Wasser zersetzt es ... unter Wärmeentwickelung ohne vorher darin, wie das ge...Phosphoroxychlorid, tropfenförmig unterzusinken.
...ersetzungsproducte sind Salzsäure und **gewöhnliche** Phos.... Letztere kann in reichlicher Menge sofort nach der Zer... auch wenn dabei jede Erwärmung durch Abkühlung und ...n Zusatz des Chlorids zu viel Wasser vermieden worden ist, ...bernitrat und Magnesiumlösung nachgewiesen werden.
...ationelle Formel dieses Phosphoroxychlorids ist:

$$\overset{v}{P}\genfrac{}{}{0pt}{}{O}{\genfrac{}{}{0pt}{}{O}{Cl^2}} - \overset{v}{P}\genfrac{}{}{0pt}{}{O}{Cl^2} = \overset{v}{P}OCl^2 - O - \overset{v}{P}OCl^2$$

...e zwei monovalenten Gruppen $POCl^2$ werden durch ein ...gewicht Sauerstoff zusammengehalten. Dies beweisen die ... welche entstehen, wenn an Stelle des einen Mgt. Sauerstoff, ... diesen Zusammenhang herstellt, indem es von beiden Phos...ungsgewichten je eine Werthigkeit beschäftigt, monovalente ...der Gruppen treten, wie es bei der Einwirkung auf dasselbe ...rpentachlorid, Phosphorpentabromid und Alkohol geschieht.
...rd ein Mgt. $P^2O^3Cl^4$ mit 1 Mgt PCl^5 in ein Rohr eingeschlossen, ...n der Kälte keine Einwirkung statt zu finden, wenn aber ...nde erhitzt wird, so tritt allmählich Verflüssigung der gan...en und nun ist der Röhreninhalt zu reinem gewöhnlichen ...ychlorid geworden nach der Gleichung:

[1]) ...weiter unten.

$$\overset{v}{P}\begin{matrix}O\\O-\\OH\\OH\end{matrix}\overset{v}{P}\begin{matrix}O\\OH\\OH\end{matrix} = \overset{v}{P}O(OH)^2 - O - \overset{v}{P}O(OH)^2$$

ausdrückt. Eine solche andere, weniger symmetrische Constitution dieser Säure wird durch die Formel:

$$\overset{v}{P}\begin{matrix}O\\O\\OH\\OH\\OH\end{matrix}\left\{\begin{matrix}\\ \\ \end{matrix}\right.P\begin{matrix}O\\OH\end{matrix} = \overset{v}{P}(OH)^3 \begin{matrix}-O-\\-O-\end{matrix} \overset{v}{P}O . OH$$

wiedergegeben. Darnach ist die Pyrophosphorsäure nicht der Abkömmling einer Trihydroxy-Phosphorsäure, sondern der einer Perhydroxyphosphorsäure, in welcher 2 Mgte. Hydroxylwasserstoff durch die divalente Gruppe PO . OH ersetzt sind oder mit andern Worten es sind nicht in ihr 2 gleiche monovalente Gruppen durch 1 Mgt. Sauerstoff verknüpft, sondern 2 verschiedene divalente Gruppen durch 2 Mgte. Sauerstoff zusammengehalten. Das Chlorid einer solchen Säure müsste natürlich auch eine andere Constitution als das von uns dargestellte haben. Vorläufig liegen noch nicht genügende Anhaltspunkte vor, um diese Frage entscheiden zu können.

Die Darstellung eines dem Pyrophosphorsäurechlorid entsprechenden Bromids durch Einwirkung von N^2O^4 oder N^2O^3 auf PBr^3 gelang nicht: es entstanden nur gewöhnliches Phosphoroxybromid und Phosphorsäureanhydrid.

II. Ueber die Krystallisationsfähigkeit des gewöhnlichen Phosphoroxychlorids und des Phosphoroxybromchlorids.

Einige Versuche, das Pyrophosphorsäurechlorid auf noch andere Weise darzustellen, als es im Vorhergehenden mitgetheilt worden ist, haben, wenngleich sie nicht das gewünschte Resultat ergaben, doch einige neue Eigenschaften des Phosphoroxychlorids kennen gelehrt.

Das Pyrophosphorsäurechlorid konnte auch entstehen aus Phosphorsuperchlorid und Phosphorsäureanhydrid nach der Gleichung:

$$3\ P^2O^5 + 4\ PCl^5 = 5\ P^2O^3Cl^4$$

Wir haben diese beiden Körper in dem geforderten Verhältniss in Röhren eingeschlossen auf einander einwirken lassen, bei gelinder Wärme sowohl, als bei Winterkälte aber nur gewöhnliches Phosphoroxychlorid neben übrig gebliebenem Phosphorsäureanhydrid erhalten.

Bei Winterkälte verläuft die Einwirkung sehr langsam und ist erst nach Verlauf mehrerer Tage beendigt. Als darnach das Rohr einer Kälte von 12—15° weiter ausgesetzt blieb, hatten sich in demselben grosse farblose Krystallblätter gebildet, die wenig unter 0° schmolzen und beim längeren Liegen in niederer Temperatur wieder erschienen, ja in welche schliesslich die ganze Flüssigkeit sich verwandelte. Diese Krystalle sind, wie die Untersuchung ergab, eben nichts anderes, als gewöhnliches Phosphoroxychlorid. Bei einem andern Versuch wurden solche Krystalle gleichfalls beobachtet. Als wir nämlich Salpetrigsäureanhydrid auf stark abgekühltes Phosphoroxychlorid einwirken liessen, um zu sehen, ob sich die Gleichung:

$$2\,POCl^3 + N^2O^3 = P^2O^3Cl^4 + 2\,NOCl$$

verwirklichen lasse, fand keine oder nur sehr geringe Einwirkung statt, aber das Phosphoroxychlorid war noch ehe die rothen Dämpfe dazu traten vollständig in eine weisse Krystallmasse verwandelt.

Directe Versuche ergaben dann Folgendes:

Kühlt man reines Phosphoroxychlorid einige Zeit auf — 10° ab, so bleibt es noch flüssig, meist auch noch, wenn es umgeschüttelt wird, berührt oder reibt man aber mittelst eines spitzen Glasstabes innerhalb der Flüssigkeit die Gefässwand, so erstarrt es sofort krystallinisch. Die langen, farblosen, blättrigen oder säulenförmigen Krystalle schmelzen erst bei — 1,5° wieder. Sie sind unter dieser Temperatur sehr beständig und können längere Zeit auf Eis liegen, ohne sich zu zersetzen, ja selbst mit der — 10° kalten Kochsalzlösung der Kältemischung zusammen, verschwinden sie erst nach längerer Zeit. Ein kleiner Krystall davon vermag eine auf — 2° abgekühlte grössere Menge flüssigen Oxychlorids leicht völlig zum Erstarren zu bringen.

Nach diesen Erfahrungen über das Phosphoroxychlorid war es sehr wahrscheinlich, dass auch das Phosphoroxybromchlorid $POBrCl^2$, welche bis jetzt auch nur im flüssigen Zustande bekannt war, krystallisiren würde, da ja auch das Phosphoroxybromid aus erst bei + 46° schmelzenden Krystallen besteht. Der Versuch hat dies bestätigt. Die beim Abkühlen der Verbindung unter 0° erhaltenen grossen, farblosen, blättrigen Krystalle wurden erst bei + 11° wieder flüssig.

Es sieht so aus, als ob das gewöhnliche Phosphoroxychlorid, das Phosphoroxybromchlorid und das Phosphoroxybromid isomorph wären.

Jena, Univ.-Laboratorium, März 1871.

Ueber die Einwirkung von Phosphorchlorür auf Anhydride und Chloride.

Von

Dr. A. Michaelis.

Zweite Mittheilung.

Bei der Fortsetzung meiner Versuche über die Einwirkung von Phosphorchlorür auf Anhydride und Chloride habe ich im Allgemeinen gefunden, dass meistens dann, wenn in der auf das Phosphorchlorür einwirkenden Verbindung, ein Körper enthalten ist, der grosse Affinität zum Chlor hat, viel Phosphorsäure und wenig Phosphoroxychlorid gebildet wird. So bilden z. B. die meisten Metalloxyde Chlormetall, phosphorsaures Salz und wenig Phosphoroxychlorid. Direct zu Metall reducirt wird nur das Bleioxyd.

Ferner ist hervorzuheben, dass freies Antimon aus Phosphorchlorür den Phosphor frei macht unter Bildung von Antimonchlorür. Das Antimon hat also, bei höherer Temperatur wenigstens, die grösste Affinität zum Chlor.

Es folgen nun die einzelnen Versuche.

5. Phosphorchlorür und Schwefligsäureanhydrid.

Da, wie ich früher gezeigt habe, flüssiges Schwefligsäureanhydrid selbst in höherer Temperatur nicht von Phosphorchlorür verändert wird, so liess ich schweflige Säure mit Phosphorchlorürdampf zusammen durch ein glühendes Rohr gehen. Es bildete sich dabei Phosphoroxychlorid und Phosphorsulphochlorid, während sich an den kälteren Stellen des Rohres Schwefel abschied.

$$SO^2 + 3\ PCl^3 = PCl^3S + 2\ PCl^3\ O.$$

6. Phosphorchlorür und Sulphurylhydroxylchlorid.

In der Voraussetzung, dass diese Körper nach der Gleichung

$$PCl^3 + 3\ SO^2(OH)Cl = P(OH)^3 + 3\ SO^2Cl^2$$

aufeinander einwirken, sich also Sulphurylchlorid bilden würde, brachte ich in eine mit einem umgekehrten Liebig'schen Kühler verbundene Retorte, 1 Mgt. PCl^3 und 3 Mgt $SO^2(OH)Cl$. Es erfolgte schon in der Kälte Einwirkung, unter Entwickelung von schwefliger Säure und Salzsäure. Zuletzt wurde, um die Reaction zu vollenden und die absorbirten Gase zu entfernen, einige Zeit erhitzt, wobei trotz guten Kühlens eine Verflüchtigung von Phosphorchlorür nicht vermieden werden konnte, was daraus ersehen werden konnte, dass sich in dem vorgelegten Wasser, von welchem die Gase absorbirt wurden, Schwefel abschied. Durch Destillation der zurückgebliebenen Flüssigkeit wurde $S^2O^5Cl^2$, an seinem Siedepunkt und seinem Verhalten zu Wasser und etwas unverändertes $SO^2(OH)Cl$ erhalten, während Phosphorsäureanhydrid zurückblieb.

Die Zersetzung war also nach der Gleichung:

$$2\ PCl^3 + 8\ SO^2(OH)Cl = P^2O^5 + 3\ S^2O^5Cl^2 + 2\ SO^2 + 8\ HCl$$

vor sich gegangen.

7. Phosphorchlorür und Pyrosulphurylchlorid.

Eine Mischung von 2 Mgt Phosphorchlorür und 1 Mgt $S^2O^5Cl^2$ entwickelt schon in der Kälte schweflige Säure, unter Bildung von Phosphoroxychlorid und Phosphorsuperchlorid, welches letztere sich krystallinisch ausscheidet. Die Einwirkung findet also nach der Gleichung

$$S^2O^5Cl^2 + 2\ PCl^3 = 2\ SO^2 + PCl^3O + PCl^5$$

statt.

Da nun $S^2O^5Cl^2$ aus PCl^3 und $SO^2(OH)Cl$, dieses aber wieder aus SO^4H^2 und PCl^3 gebildet werden kann, so lässt sich auch die Schwefelsäure durch Phosphorchlorür völlig in schweflige Säure verwandeln, unter Bildung von PCl^5 und P^2O^5 resp. PCl^3O. Man hat dazu gleiche Mgt. beider Substanzen nöthig:

$$8\ PCl^3 + 8\ SO^4H^2 = 8\ SO^2 + PCl^3O + PCl^5 + 3\ P^2O^5 + 16\ HCl$$

oder

$$3\ PCl^3 + 3\ SO^4H^2 = 3\ SO^2 + PCl^3O + P^2O^5 + 6\ HCl.$$

8. Phosphorchlorür und Chromacichlorid.

Da diese Körper sehr heftig auf einander einwirken, wurde das Chromacichlorid vermittelst eines Scheidetrichters langsam zu stark abgekühltem Phosphorchlorür fliessen gelassen, welches sich in einer mit dem umgekehrten Liebig'schen Kühler verbundenen Retorte befand.

Jeder Tropfen verursacht lebhaftes Zischen und Feuererscheinung, die jedoch nur zuerst sichtbar ist, indem sich bald die Retorte mit einem undurchsichtigen blaugrünen Anflug beschlägt. Die letzten Tropfen verursachen zuweilen Detonation.

Der halbfeste blaugrüne Rückstand gab bei der Destillation im Kohlensäurestrom ausser überschüssigem Phosphorchlorür viel Phosphoroxychlorid und etwas Phosphorsuperchlorid. Die in der Retorte zurückbleibende feste Masse erhitzte sich mit Wasser sehr stark und gab eine grüne Lösung, die viel Metaphosphorsäure enthielt, während violettes Chromchlorid zurückblieb. Chromchlorür hatte sich nicht gebildet. Die Einwirkung verlief demnach nach der Gleichung:

$$4\ CrO^2Cl^2 + 6\ PCl^3 = 4\ CrCl^3 + PCl^5 + 3\ POCl^3 + P^2O^5$$

oder

$$12\ CrO^2Cl^2 + 18\ PCl^3 = 12\ CrCl^3 + 14\ POCl^3 + 2\ P^2O^5.$$

Die Heftigkeit der Einwirkung zeigt, dass der Sauerstoff im Chromacichlorid nur sehr lose gebunden sein muss.

9. Phosphorchlorür und Kaliumbichromat.

In der Kälte war keine Einwirkung zu bemerken; als aber das Kaliumbichromat mit überschüssigem Phosphorchlorür im zugeschmolzenen Rohr auf 166° erhitzt wurde, nahm das Salz eine sehr dunkle Farbe an. Nach zweitägigem Erhitzen wurde die Flüssigkeit im Kohlensäurestrom abdestillirt. Sie enthielt neben überschüssigem Phosphorchlorür Phosphoroxychlorid. Der trockene Rückstand löste sich beim Behandeln mit verdünnter Essigsäure mit rothbrauner Farbe, während braunes Chromoxyd zurückblieb.

Aus der Lösung krystallisirte zuerst viel unverändertes Kaliumbichromat, dann bildeten sich kleinere Krystalle eines anderen Salzes, die beim Erhitzen deutlich Chlor entwickelten. Diese bestanden offenbar aus chlorchromsaurem Kali. Ausserdem war in der wässrigen

Lösung Phosphorsäure enthalten. Wahrscheinlich hatte also folgende Einwirkung stattgefunden:

$$30\, Cr^2O^7K^2 + 42\, PCl^3 = 48\, CrO^3 KCl + 15\, PO^3K + 42\, CrO^2 + 27\, KCl + 27\, POCl^3.$$

10. Phosphorchlorür und Antimonigsäureanhydrid.

Antimonigsäureanhydrid mit überschüssigem Phosphorchlorür auf 160° im zugeschmolzenen Rohr erhitzt, färbte sich bald roth und es bildeten sich lange weisse Krystalle, die nach zweitägigem Erhitzen des Rohrs drusenförmig wurden. Die Untersuchung der Flüssigkeit zeigte, dass sich kein Phosphoroxychlorid gebildet hatte. Die Krystalle erwiesen sich durch ihr Verhalten gegen Wasser als $SbCl^3$, ein weisser amorpher Körper, der neben den Krystallen sich ausgeschieden hatte, war Phosphorsäureanhydrid. Das rothe Pulver wurde zuerst mit verdünnter Salzsäure, dann mit Wasser ausgewaschen und über Schwefelsäure getrocknet. Im offenen Rohr erhitzt, entzündete es sich, bei Luftabschluss sublimirte Phosphor. In Salpetersäure war es beim Erwärmen unter Zischen löslich, Antimon nur in geringer Menge darin enthalten. Es war also zweifellos, dass dieses Pulver amorpher Phosphor war. Da bei der Einwirkung von Phosphorchlorür auf Arsenigsäureanhydrid sich Phosphorsäureanhydrid, Chlorarsen und freies Arsen gebildet hatten[1]), so lag die Vermuthung nahe, dass das auf analoge Weise freigewordene Antimon Phosphor aus dem Chlorür abgeschieden habe.

Es wurde deshalb feingeriebenes Antimon mit Phosphorchlorür im zugeschmolzenen Rohr auf 160° erhitzt. Auch hier schied sich bald ein rothes Pulver aus, unter Bildung von weissen Krystallen. Die Untersuchung dieser Producte zeigte, dass in der That das Antimon aus dem Phosphorchlorür Phosphor frei gemacht und Antimonchlorür sich gebildet hatte.

Daraus folgt zunächst, dass die Einwirkung des Phosphorchlorürs auf antimonige Säure analog der auf arsenige Säure ist, nur dass hier das abgeschiedene Antimon Phosphor frei macht, was das Arsen nicht thut. Die zuerst gebildeten weissen Krystalle waren wohl Antimonoxychlorür, welches dann allmählich in Antimonchlorür verwandelt wurde.

Ferner folgt auch daraus, dass das Antimon — wenigstens bei höherer Temperatur — grössere Affinität zum Chlor hat, als Phosphor

1) Vergl. d. Zeitschrift. Bd. VI. p. 241.

Arsen und Wismuth, denn Arsen mit Phosphorchlorür eingeschlossen, giebt nur Spuren von ausgeschiedenem Phosphor, Wismuth etwas mehr.

11. Phosphorchlorür und Antimonsäureanhydrid.

Beide Körper im zugeschmolzenen Rohr zusammen auf 160° erhitzt, wirken leicht auf einander ein, unter Bildung einer grossen Menge weisser Krystalle, welche aus Antimonchlorür bestanden und eines amorphen weissen Körpers der Phosphorsäureanhydrid war. Phosphoroxychlorid hatte sich nur spurenweis gebildet. Danach hatten sich also Sauerstoff und Chlor einfach ausgetauscht.

$$Sb^2O^5 + 2\ PCl^3 = 2\ SbCl^3 + P^2O^5$$

Auch hier zeigt sich wieder die grosse Affinität des Chlors zum Antimon. Bei Arsensäure tritt, wie ich früher gezeigt habe, gar keine Einwirkung ein, offenbar wegen der geringeren Affinität des Arsens zum Chlor.

Auch kann man nicht annehmen, dass sich zuerst Antimonsäure-antimonigsäureanhydrid (Sb^2O^4) und PCl^3O gebildet habe und letztere sich dann in Phosphorsäure und Antimonchlorür umsetzten:

$$Sb^2O^5 + PCl^3 = Sb^2O^4 + PCl^3O$$
$$Sb^2O^4 + PCl^3O = SbCl^3 + P^2O^5,$$

da Phosphoroxychlorid fast gar nicht auf Sb^2O^4 einwirkt.

12. Phosphorchlorür und Wismuthoxyd.

Nach dreitägigem Erhitzen beider Körper im zugeschmolzenen Rohr auf 160° war der Röhreninhalt dunkelgelbbraun geworden. Die im Kohlensäurestrom abdestillirte Flüssigkeit bestand aus überschüssigem Phosphorchlorür und Phosphoroxychlorid. Von dem trocknen Rückstand wurde ein Theil im Röhrchen erhitzt; es sublimirte $BiCl^3$, ein anderer Theil wurde mit Schwefelammonium digerirt; das Filtrat enthielt Phosphorsäure. Der Rest gab beim Kochen mit Salzsäure ein schwarzes Pulver, das, als es ausgewaschen war, sich als metallisches Wismuth zu erkennen gab. Dies machte es wahrscheinlich, dass neben $BiCl^3$ auch $BiCl^2$ sich bildete, letzteres aber beim Kochen mit Salzsäure in $BiCl^3$ und freies Wismuth zerfiel. Danach verlief also die Einwirkung nach der Gleichung:

$$7\ Bi^2O^3 + 7\ PCl^3 = 2\ P^3O^9Bi^2 + 8\ BiCl^2 + PCl^3O + 2\ BiOCl$$

Die Bildung von BiOCl ist desshalb anzunehmen, weil der Rückstand unverändertes Wismuthoxyd enthielt.

13. Phosphorchlorür und Bleioxyd.

Im zugeschmolzenen Rohr auf 160° erhitzt wirken diese Körper nicht auf einander ein, befeuchtet man aber Bleioxyd mit Phosphorchlorür und erhitzt direct über der Lampe, so erfolgt heftige Einwirkung unter Erglühen des Bleioxyds und Flammenerscheinung.

Es wird hierbei viel metallisches Blei reducirt zugleich unter Bildung von Bleichlorid und phosphorsaurem Blei

$$6\ PbO + 2\ PCl^3 = P^2O^6Pl + 3\ PbCl^2 + 2\ Pb.$$

Da dieser Versuch sich sehr leicht anstellen lässt, so ist er sehr geeignet, die reducirende Wirkung des Phosphorchlorürs zu zeigen.

14. Phosphorchlorür und Bleisuperoxyd.

Trägt man in erwärmtes Phosphorchlorür Bleisuperoxyd nach und nach ein, so sieht man bei jedesmaligem Eintragen Feuererscheinung. Noch stärker ist diese, wenn man umgekehrt Phosphorchlorür zu Bleisuperoxyd tropft. Trägt man Bleisuperoxyd in kaltes Phosphorchlorür, so erfolgt die Einwirkung nur unter Zischen ohne Feuererscheinung. Destillirt man dann die Flüssigkeit von den ausgeschiedenen festen Producten ab, so erhält man ausser überschüssigem Phosphorchlorür Phosphoroxychlorid. Der Rückstand besteht aus Chlorblei und phosphorsaurem Blei. Demnach geht die Einwirkung so von statten:

$$4\ PbO^2 + 4\ PCl^3 = P^2O^6Pb + 3\ PbCl^2 + 2\ PCl^3O$$

15. Phosphorchlorür und Zinnoxyd.

Zinnoxyd mit überschüssigem Phosphorchlorür auf 160° erhitzt wurde bald dunkelbraun. Nach zweitägiger Einwirkung wurde die Flüssigkeit im Kohlensäurestrom abdestillirt. Sie enthält kein Phosphoroxychlorid, aber Vierfachchlorzinn. Von dem trocknen Rückstand wurde ein Theil mit Wasser behandelt, ein Theil mit Natronlauge digerirt. Die wässrige Lösung gab mit Schwefelwasserstoff eine starke Fällung von braunem Schwefelzinn, der alkalische Auszug zeigte nach Entfernung des gelösten Zinns mit Schwefelwasserstoff starke Reaction auf Phosphorsäure. Die Zersetzung verlief also nach der Gleichung:

$$5\ SnO^2 + 4\ PCl^3 = 4\ SnCl^2 + SnCl^4 + 2\ P^2O^5.$$

16. Phosphorchlorür und Kupferoxyd.

Beide Körper wurden im zugeschmolzenen Rohr auf 160° erhitzt, wobei der Röhreninhalt sich bald schwarzblau färbte. Bei der Destillation im Kohlensäurestrom ging neben dem überschüssig angewandten Phosphorchlorür Phosphoroxychlorid über. Der trockne Rückstand wurde mit ausgekochtem Wasser ausgezogen und rasch filtrirt. Im Filtrat erfolgte durch kohlensaures Natron eine grüne Fällung, es war also Kupferchlorid gebildet. Durch Salzsäure liess sich aus dem Rückstand viel, durch Alkalien gelb fällbares Kupferchlorür ausziehen. Ausserdem war noch Phosphorsäure gebildet. Die Einwirkung war also nach der Gleichung

$$17\ CuO + 5\ PCl^3 = 2\ P^2O^8Cu^3 + 10\ CuCl + CuCl^2 + PCl^3O$$

verlaufen.

Befeuchtet man Kupferoxyd mit Phosphorchlorür, so tritt bei starkem Erhitzen über der Lampe Erglühen und Flammenerscheinung ein.

17. Phosphorchlorür und Quecksilberoxyd.

Gefälltes Quecksilberoxyd wird schon in der Kälte von Phosphorchlorür angegriffen, krystallisirtes erst beim Erhitzen im zugeschmolzenen Rohr auf 160°. Es entstehen dabei ähnliche Producte wie bei der Einwirkung auf Kupferoxyd: Calomel, Sublimat (der sich theilweise mit Quecksilberoxyd zu basischem Chlorid vereinigt), phosphorsaures Quecksilberoxyd und wenig Phosphoroxychlorid:

$$17\ HgO + 5\ PCl^3 = 2\ P^2O^8Hg^3 + 10\ HgCl + HgCl^2 + PCl^3O.$$

18. Phosphorchlorür und Molybdänsäure.

Molybdänsäure färbt sich schon in der Kälte mit Phosphorchlorür unter Erwärmen blau. Beim Erhitzen im zugeschmolzenen Rohr auf 160° nimmt dann der Röhrerinhalt allmählich eine dunkelbraune Farbe an. Nach zweitägigem Erhitzen wurde die Flüssigkeit durch Destillation im Kohlensäurestrom von den festen Producten getrennt. Das Destillat bestand aus überschüssig angewandtem Phosphorchlorür und Phosphoroxychlorid. Derselbe Rückstand gab beim Erhitzen ein gelbweisses wolliges Sublimat von MoO^2Cl^2, beim Behandeln mit Wasser erhitzte er sich stark, indem er sich theilweise mit brauner Farbe löste. Aus dem Filtrat fällte Ammoniak einen braunen Niederschlag, der

wahrscheinlich aus $Mo(OH)^2$ bestand. In dem Filtrat von diesem Niederschlag liess sich viel Phosphorsäure nachweisen. Der in Wasser unlösliche Theil oxydirte sich auf dem Filter zu dunkelbraunem Molybdänsäuremolybdänoxyd, woraus man schliessen kann, dass er MoO^2 war. Hiernach ist die Einwirkung vielleicht als in zwei Phasen erfolgt anzunehmen:

$$MoO^3 + PCl^3 = MoO^2 + PCl^3O$$

$$3\ MoO^3 + 2\ PCl^3O = MoO^2Cl^2 + P^2O^5$$

Durch die Phosphorsäure wurde dann wahrscheinlich das braune Filtrat veranlasst.

19. Phosphorchlorür und Wolframsäure.

Wolframsäure mit Phosphorchlorür selbst bis 200° erhitzt färbt sich nur oberflächlich grün, ohne sonst weiter verändert zu werden.

Auch auf Mangansuperoxyd und Eisenoxyd übt das Phosphorchlorür keine Einwirkung aus.

Jena, Univ.-Laboratorium, März 1871.

Chemische Mittheilungen.

Von

A. Geuther.

I. Zur Kenntniss des Nitrosodiaethylins.

Auf meine Veranlassung hat Herr Dr. L. Schiele einige Versuche mit dem noch wenig gekannten Nitrosodiaethylin vorgenommen, deren Resultate in Folgendem mitgetheilt werden.

1. Gegen starke Basen, wie Kalium- oder Natriumhydroxyd ist das Nitrosodiaethylin sehr beständig, es wird weder von verdünnter noch concentrirter, wässriger oder alkoholischer Lösung bei gewöhnlicher Temperatur noch bei 100° verändert. Erst bei Temperaturen über 100° tritt langsam Zersetzung ein und zwar früher bei Anwendung von alkoholischer als bei wässriger Lösung.

Als wässrige concentrirte Kalilauge mit Nitrosodiaethylin 8 Stunden auf 130° erhitzt worden war, wurde ein schwacher Druck im Innern des Rohrs beim Oeffnen bemerkt und alkalische Reaction der Röhrenluft wahrgenommen. Durch längeres Erhitzen im Wasserbade aber konnte ebensowenig etwas überdestillirt werden, als eine wesentliche Abnahme der angewandten Nitrosodiaethylinmenge zu bemerken war. Als die Erhitzung eines solchen Rohres aber auf 155° während längerer Zeit vorgenommen wurde, fand die Zertrümmerung des Rohrs statt, ehe eine beträchtlichere Menge des Nitrosodiaethylins zersetzt worden war. Dasselbe fand bei einem zweiten und dritten Rohre statt, so dass im Innern derselben offenbar eine beträchtliche Gasentwicklung, vielleicht von Stickgas, stattgefunden haben musste.

Wendet man statt der wässrigen eine concentrirte alkoholische Lösung von Kaliumhydroxyd an, so ist das Verhalten ein ähnliches: beim Erhitzen auf 130° findet unter geringer Spannung im Rohr nur

geringe Zersetzung statt, bei 140° war die Zersetzung beträchtlicher, aber immer noch nicht sehr bedeutend, als dagegen 8 Stunden auf 155° erhitzt worden war, zeigte sich ein grösserer Theil von Nitrosodiaethylin zersetzt, das beim Oeffnen des Rohrs zuerst entströmende Gas war brennbar, das später folgende nicht. Als das Rohr im Wasserbade erwärmt wurde, destillirte stark alkalisch reagirender Alkohol, derselbe wurde mit Salzsäure übersättigt und dann auf dem Wasserbade zur Trockne gebracht. Der Rückstand wurde in Wasser gelöst und mit Platinichlorid versetzt, dabei schied sich sofort eine beträchtliche Menge eines wie Platinsalmiak aussehenden Salzes aus. Es wurde deshalb mit etwas überschüssigem Platinichlorid zur Trockne verdampft und mit absolutem Alkohol behandelt. Das davon ungelöst Bleibende war Ammonium-Platini-Chlorid, wie die Analyse zeigte, denn es enthielt 43,8% Platin, während sich dafür 44,0% berechnen. Das in Lösung Gegangene wurde über Schwefelsäure gestellt. Dabei schieden sich kleine gelbe blättrige Krystalle aus vom Ansehen des Aethylammonium-Platini-Chlorids. Eine Platinbestimmung davon ergab 39,0% Platin; das Aethylammonium-Platini-Chlorid verlangt 39,3%. Diese Resultate zeigen also, dass bei dieser Zersetzung aus dem Nitrosodiaethylin sowohl Aethylamin, als Ammoniak entstanden. Das zurückgebliebene Kaliumhydroxyd enthielt nur Spuren von salpetriger Säure, entwickelte aber auf Zusatz von Schwefelsäure eine beträchtliche Menge von Kohlensäure. Darnach ist es sicher, dass die Nitrosylgruppe zerstört und ihr Sauerstoff zur Oxydation von C^2H^5 verwandt wird unter Entwicklung ihres Stickstoffgehaltes als Stickgas. Vielleicht findet die Zersetzung nach folgender Gleichung statt:

$$4\,[(C^2H^5)^2.NO.N] + 8\,KOH = 4\,C^2H^5.H^2N + 2\,NH^3 + 2\,C^2H^4 + 2\,N + 4\,CO^3K^2 + 3\,OH^2.$$

Ein Weg zur Rückverwandlung des Diaethylamins in Aethylamin oder Ammoniak ist bis jetzt nicht bekannt gewesen, mit Hülfe des Nitrosodiaethylins ist derselbe aber, wie wir gesehen haben, gefunden.

2. Von Reductionsmitteln sind Schwefelwasserstoff, Ammoniumhydrosulfid, Ferrosulfat und saures Natriumsulfit bei gewöhnlicher Temperatur oder bei 100° ohne Einwirkung auf das Nitrosodiaethylin, ja selbst damit im verschlossenen Rohr bis auf 150° längere Zeit erhitzt, ist eine Veränderung kaum zu bemerken. Dagegen wirkt Natriumamalgam bei Gegenwart von Wasser sehr energisch und rasch unter Erwärmung und bedeutender Gasentwicklung. Das sich entwickelnde Gas besitzt die Eigenschaften des Stickoxyduls, es brennt

selbst nicht, bewirkt aber, dass ein brennender Span in ihm lebhafter als in atmosphärischer Luft verbrennt. Sofort nach der Einwirkung tritt der Geruch nach einer flüchtigen Base auf. Die vom Quecksilber abgegossene Flüssigkeit wurde der Destillation unterworfen. Das zuerst Uebergehende aus dem Wasserbade rectificirt und das stark basische Destillat mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und zur Trockne verdampft. Der in Wasser gelöste Rückstand gab mit Platinichlorid im Ueberschuss versetzt über Schwefelsäure allmählich morgenrothe Krystalle, deren Platingehalt 35,1—35,5 % betrug. Darnach ist die Verbindung also Diaethylammonium-Platini-Chlorid und die durch Reduction neben Stickoxydul aus dem Nitrosodiaethylin erzeugte Base also Diaethylamin, gebildet nach folgender Gleichung:

$$2[(C^2H^5)^2.NO.N] + 4H = (C^2H^5)^2HN + N^2O + OH^2.$$

3. Es ist bekannt, dass concentrirte Salzsäure (verdünnte Säure wirkt wenig oder nicht) das Nitrosodiaethylin wieder in Diaethylammoniumchlorid verwandelt [1]) unter Aufnahme von Wasser und unter Bildung von salpetriger Säure. Zu untersuchen war noch, welche Wirkung Chlorwasserstoffgas bei Ausschluss von Wasser auf diese Verbindung ausübe. Zu dem Ende wurde in die Substanz bei Ausschluss jeglicher Feuchtigkeit ganz trocknes Chlorwasserstoffgas geleitet. Dasselbe wurde absorbirt, die Flüssigkeit trübte sich schwach wie nach Aussscheidung von farblosen, kleinen Krystallnädelchen, wurde aber bald darauf wieder klar und hellgelb. Allmählich nahm sie aber wieder eine dunklere Farbe an, bis sie dunkelorangefarbig geworden war, zu welcher Zeit sie anfing, gelbrothe Dämpfe zu entbinden, bis bei fortgesetztem Einleiten von Salzsäure die Flüssigkeit wieder eine hellgelbe Farbe annahm. Zur Austreibung des etwa überschüssig zugeleiteten Chlorwasserstoffgases wurde nun wohl getrocknetes Kohlensäuregas noch während mehrerer Stunden eingeleitet. Dabei verwandelte sich die Flüssigkeit allmählich in eine nur mit wenig gelblichen Oels durchtränkte Krystallmasse, welche mehrere Male mit absolutem Aether gewaschen wurde, um das gelbe Oel zu entfernen, dessen geringe Menge nach dem Abdestilliren des Aethers zurückblieb. Sie wurden darauf in Wasser gelöst und in das Platini-Doppelsalz übergeführt. Die Krystalle des Letzteren hatten ganz das Ansehen des Diaethylamin-Doppelsalzes und ergaben einen Platingehalt von 35,4 %, während das reine Diaethylammonium-Platini-Chlorid einen solchen von 35,3 % enthält. Darnach kann also kein Zweifel sein, dass die

1) Annal. d. Chem. Bd. 128. p. 154.

aus dem Nitrosodiaethylin hervorgegangenen Krystalle Diaethylammoniumchlorid waren, gebildet wahrscheinlich nach der Gleichung:

$$(C^2H^5)^2.NO.N + 2\,HCl = (C^2H^5)^2H^2NCl + NOCl.$$

Die mitbeobachteten gelbrothen Dämpfe sind dann das Nitrosylchlorür gewesen.

II. Ueber die Zusammensetzung des Antimonsäurehydrats.

Nach BERZELIUS [1]) kommt dem aus Antimon mittelst Königswasser dargestellten, mit Wasser gewaschenen und mehrere Male nach einander wohlgetrockneten (bis es seine Säure und seinen metallischen Geschmack verloren hatte) Antimonsäurehydrat die Formel: SbO^3H zu, ist also Monhydroxy-Antimonsäure. Nach FREMY [2]) ist das aus einer Kaliumantimoniatlösung mittelst Salpetersäure gefällte Hydrat, wenn es bei gewöhnlicher Temperatur in einem Luftstrom getrocknet wird nach der Formel: SbO^5H^5 zusammengesetzt, also Perhydroxy-Antimonsäure. Da BERZELIUS die Temperatur, bei welcher er die zur Untersuchung verwandte Verbindung getrocknet hat, nicht näher bestimmte, sondern nur sagt, dass er sie »wohlgetrocknet« verwandt habe, und da ausserdem über die zwischen der Monhydroxy- und Perhydroxy-Antimonsäure liegende Trihydroxysäure noch nicht bekannt war, so habe ich einige Versuche zur Vervollständigung dieser Angaben ausführen lassen. Das verwandte Antimonsäurehydrat war aus der Lösung des Kaliumantimoniats durch Salpetersäure abgeschieden und mit kaltem Wasser so lange gewaschen worden, als dasselbe noch saure Reaction zeigte (wobei es zuletzt milchig durchs Filter ging) und darauf bei gewöhnlicher Zimmertemperatur während eines Sommerhalbjahrs an der Luft trocknen gelassen. Die hart gewordenen Stücke wurden zerrieben und zur Analyse verwandt. Diese Letztere ergab nun, wie die nachfolgenden Zahlen zeigen:

1. dass das völlig lufttrockne Hydrat weder Perhydroxy- noch Monhydroxy-Säure, sondern Trihydroxy-Antimonsäure ist.

2. dass aus dieser Säure beim Erhitzen bis auf 175⁰ so viel Wasser weggeht, dass Monhydroxy-Säure übrig bleibt.

---

1) SCHWEIGGER, Journ. f. Chemie und Physik. Bd. XXII, p. 71 und BERZELIUS, Lehrbuch.

2) Annal. d. Chim. et Phys. [3] T. XXIII, p. 405.

3. dass beim Erhitzen auf 275° daraus gelber Antimonsäureanhydrid wird, welcher bei 300° aber schon unter Sauerstoffverlust weiss zu werden und in Antimonig-Antimonsäureanhydrid überzugehen anfängt.

1. Versuch.

	Gewicht.	Aus d. gefundenen Gewicht von Sb^2O^4 berechnet.
Lufttrockne Substanz . . .	1,9869 Grm.	
6 Tage über SO^4H^2 getrocknet	1,9384 -	1,9689 SbO^4H^3
15 Stunden bei 100° -	1,8670 -	
2 - - 110° -	1,8603 -	
7 - - 120° -	1,8453 -	
11 - - 150° -	1,8175 -	
3 - - 160° -	1,8150 -	
4 - - 175° -	1,8007 -	
7 - - 180° -	1,7743 -	1,7814 SbO^3H
6 - - 190° -	1,7705 -	
6 - - 200° -	1,7638 -	
Geglüht und als Sb^2O^4 gewogen	1,6043 -	

2. Versuch.

Lufttrockne Substanz . . .	1,8911 -	
24 Stunden üb. SO^4H^2 getrocknet	1,8418 -	1,8755 SbO^4H^3
7 - bei 200° -	1,6736 -	1,6969 SbO^3H
6 - - 250° -	1,6459 -	
3 - - 260° -	1,6167 -	
4 - - 275° -	1,6060 -	1,6076 Sb^2O^5
4 - - 300° -	1,5972 -	
2 - - 340° -	1,5888 -	
Geglüht und als Sb^2O^4 gewogen	1,5282 -	

III. Ueber die Zersetzung des Phosphorchlorürs durch Wasser.

Vor einiger Zeit hat Kraut [1]) angegeben, dass, wenn man frisch destillirtes und vom überschüssigen Phosphor freies Chlorür in siedendes Wasser tropfen lässt, jeder Tropfen ausser lebhaftem Zischen »Feuererscheinung, sowie eine dicke Abscheidung von amorphem Phosphor

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 158. S. 332.

hervorbringe«, bei Anwendung von mässig warmen Wassers lasse sich die »Feuererscheinung vermeiden und doch eine erhebliche Ausscheidung von Phosphor bei Temperaturen erhalten, bei welchen die phosphorige Säure sich noch nicht zersetzt«.

Beim Lesen dieser Mittheilung ist es vielleicht manchem, welcher schon öfters Phosphorchlorür mit Wasser zersetzt hat, so gegangen, wie mir, dass er sich nicht erinnern konnte, eine Abscheidung von Phosphor dabei bemerkt zu haben. Ich habe mich dadurch aufgefordert gefühlt, die angegebenen Versuche Kraut's zu wiederholen. Dabei wurde zweierlei Phosphorchlorür verwandt, erstens solches, welches ursprünglich etwas Phosphorchlorid enthielt und welches durch fünfmalige vorsichtige Rectification, wobei immer ein beträchtlicher Rückstand gelassen und nur das zwischen 75 und 76° (uncorr.) Destillirende gesammelt wurde, gereinigt worden war und zweitens solches, in welchem vorher überschüssiger Phosphor gelöst wurde und das darauf einmal auf dem Wasserbade rectificirt worden war in der Art, dass das heisse Wasser nur mit dem Boden der Kochflasche in Berührung kam. Dabei war ein Rückstand von Phosphor und Phosphorchlorür geblieben und auch nur das zwischen 75 und 76° Uebergegangene gesammelt worden. Beide Arten von Phosphorchlorür verhielten sich bei den mit ihnen vorgenommenen folgenden Versuchen ganz gleich.

Als von diesem Phosphorchlorür zu Wasser von gewöhnlicher Zimmertemperatur, welches in einem weiten Proberöhrchen sich befand, gegossen und unter Umschütteln zersetzt wurde, fand eine Ausscheidung von Phosphor nicht statt. Als darauf das Wasser im Proberöhrchen bis auf 60° erwärmt worden war und gleich verfahren wurde, konnte ebensowenig eine Abscheidung von Phosphor bemerkt werden; dasselbe war der Fall als Wasser von 80° und nahe zum Kochen erhitztes Wasser verwandt wurde. Die Versuche wurden mit demselben Resultat wiederholt. Dabei wurde einmal bei Anwendung von Wasser, welches im Proberöhrchen kurz vorher gekocht hatte, aber nicht mehr kochte, eine Feuererscheinung beobachtet, dieselbe ging aber nicht vom Wasser im Röhrchen, sondern von der Oeffnung des Proberöhrchens aus, von da wo die Dämpfe mit der Luft in Berührung kamen und noch ein Stück in das Röhrchen hinein. Die Feuererscheinung selbst hatte den Charakter eines starken Phosphorescirens d. h. das Ansehen einer verdünnten fahlen, wenig glänzenden gewöhnlichen Phosphorflamme. Auch dabei wurde kein Phosphor abgeschieden. Ich schloss daraus, dass die beobachtete Feuererscheinung an die Gegenwart von Luft resp. Sauerstoff bei der Zersetzung gebunden sei und habe daraufhin folgende 3 Versuche unternommen, welche dies durchaus bestätigen.

1. Versuch: Ein weites Proberöhrchen wird in der Art inwendig feucht gemacht und mit einem Tröpfchen Wasser versehen, dass man dasselbe mit einer grösseren Menge von Wasser völlig benetzt und letzteres dann ausfliessen lässt, darauf wird er bis zur Hälfte in stark siedendes Wasser gestellt, 15—20 Minuten, je nach der Dicke des Glases, aus welchem das Proberöhrchen besteht, gewartet und nun eine Menge von 8—10 Tropfen Phosphorchlorür auf einmal zugegossen. Nicht sofort, aber ganz kurze Zeit darnach tritt die oben beschriebene Feuererscheinung auf, welche, da sie sehr wenig glänzend ist, natürlich bei geringer Zimmerhelle am besten zu sehen ist. Die Sache geht dabei offenbar so zu: das Phosphorchlorür wird im Röhrchen zum Theil dampfförmig, dieser Dampf zersetzt sich mit Wasserdampf in Chlorwasserstoff und phosphorige Säure und diese letztere im fein vertheilten und wahrscheinlich beträchtlich heissem Zustand verbrennt durch den Sauerstoff der im Röhrchen gegenwärtigen Luft zu Phosphorsäure. In manchen Fällen, aber durchaus nicht immer, bemerkt man nach Vollendung der Reaction eine sehr geringe Menge fein zertheilten rothen Phosphors. Derselbe verdankt seine Entstehung jedenfalls einer bei der Verbrennung des grössten Theils der phosphorigen Säure durch den Sauerstoff entstehenden höhern Temperatur, welche, bei nicht überschüssigem Sauerstoff, eine geringe Menge der phosphorigen Säure nach bekannter Art in Phosphorsäure und Phosphorwasserstoff resp. in die Zersetzungsproducte des Letzteren in der Hitze, Wasserstoff und Phosphor, zerfallen macht. Der Inhalt des Röhrchens enthält eine ziemliche Menge gewöhnlicher Phosphorsäure und stets beträchtlich mehr als das angewandte Phosphorchlorür liefern kann, wenn es mit kaltem Wasser zersetzt worden ist. Jedes an der Luft destillirte Phosphorchlorür nämlich kann in Folge eines geringen Gehaltes an Phosphoroxychlorid [1]) diese erzeugen.

2. Versuch. Bringt man in einem Kochfläschchen Wasser zum lebhaften Sieden und wartet so lange mit dem Zusatz von Phosphorchlorür, bis alle Luft durch den Wasserdampf daraus verdrängt ist und letzterer beständig lebhaft daraus entströmt, so tritt natürlich explosionsartige Zersetzung des zugetropften Phosphorchlorürs, aber weder eine Feuererscheinung noch eine Abscheidung von Phosphor ein. Dies bestätigt die im Vorhergehenden gegebene Erklärung.

3. Versuch. Wird in einem mittelgrossen offenen Becherglas nicht zuviel Wasser zum Sieden erhitzt, wobei eine beständige Mischung von Wasserdampf und Luft von selbst vor sich geht, und darauf Phos-

1) Vergl. d. Zeitschrift. Bd. VI, p. 95.

phorchlorür in Mengen von 12—20 Tropfen zugezogen, so tritt die Feuererscheinung in der ganzen Breite des Becherglases und darüber hinaus als grosse Flamme auf, ohne dass auch hier Phosphorabscheidung erfolgte.

Diese Versuche zeigen also, dass reines Phosphorchlorür durch warmes oder siedendes Wasser ohne Phosphorabscheidung in phosphorige Säure und Chlorwasserstoff zersetzt wird und dass die Angaben Kraut's, es finde dabei eine »erhebliche« oder »dicke Abscheidung von amorphen Phosphor« statt, nicht richtig sind.

Kraut sagt weiter: »Eine Abscheidung von Phosphor in rothgelben Tropfen erfolgt ferner, wenn man Phosphorchlorür mit wenig Wasser, oder was offenbar gleichbedeutend ist, mit etwas phosphoriger Säure destillirt. Dabei bleibt ein Rückstand, welcher nach dem Austreiben alles Phosphorchlorürs durch trockene Kohlensäure in Wasser gelöst, das Verhalten der Orthophosphorsäure zeigt. Seine wässrige oder essigsaure Lösung fällt Eiweisslösung nicht.«

Ich habe den Versuch wiederholt, indem ich das mit wenig Wasser versetzte Phosphorchlorür aus dem Wasserbade destillirte und kann die Abscheidung von fein zertheiltem rothgelben amorphen Phosphor bestätigen, welcher nach dem Auflösen des Rückstandes abfiltrirt und getrocknet werden kann. Der Ausdruck »rothgelbe Tropfen« kann die Vorstellung erzeugen, als wäre der abgeschiedene Phosphor zum Theil wenigstens gewöhnlicher Phosphor, weil der amorphe bekanntlich nicht schmilzt, das ist aber nicht der Fall. Der nach dem Verjagen alles Phosphorchlorürs durch trockne Kohlensäure im Wasserbade verbleibende Rückstand besteht, wenn man die Destillation auch im Wasserbade vorgenommen hat, hauptsächlich aus phosphoriger Säure und nur verhältnissmässig wenig davon ist gewöhnliche Phosphorsäure. Die Letztere lässt sich in der Lösung mittelst Magnesiumsalz leicht entdecken und die erstere durch Reduction von Hydrargyrichlorid, von ammoniakalischer Argentinitratlösung oder von schwefeliger Säure leicht unmittelbar oder nach dem Ausfällen der Phosphorsäure als in grosser Menge vorhanden nachweisen. Wird dagegen Phosphorchlorür auf phosphorige Säure längere Zeit in der Hitze einwirken gelassen in der Art, dass man das Kölbchen mit einem umgekehrten Kühler verbindet, so findet nach und nach eine grössere Abscheidung von pulvrigem rothen Phosphor statt und zwar vorzüglich dann, wenn man das Wasserbad mit einem Sandbad vertauscht, also den Boden des Gefässes auf dem die phosphorige Säure unmittelbar auflagert und dadurch auch diese heisser werden lassen kann, als es im Wasserbade möglich ist. Nach dreistündiger Einwirkung von 12 Grm. Phosphorchlorür auf die mittelst

3 Grm. Chlorür und 1,2 Grm. Wasser erzeugte phosphorige Säure, während welcher das Phosphorchlorür beständig kochte, entwich viel Chlorwasserstoff und wurden 0,14 Grm. rother Phosphor abgeschieden. Das übrig gebliebene Phosphorchlorür wurde nach dem Abgiessen für sich rectificirt; es erwies sich seiner ganzen Menge nach als rein und frei von Phosphoroxychlorid, welches möglicherweise nach der Gleichung:

$$4\,PCl^3 + P(OH)^3 = 3\,POCl^3 + 3\,ClH + 2\,P$$

hätte entstanden sein können. Der in Wasser lösliche Theil des Rückstandes bestand jetzt fast ganz aus gewöhnlicher Phosphorsäure.

Die von Kraut für diese Zersetzung aufgestellte Gleichung:

$$4\,P(OH)^3 + PCl^3 = 3\,PO^4H^3 + 3\,ClH + 2\,P$$

welche jedenfalls richtig ist, lässt sich in die beiden bekannten Gleichungen zerlegen:

$$4\,P(OH)^3 = 3\,PO^4H^3 + PH^3$$
$$PH^3 + PCl^3 = 3\,ClH + 2\,P$$

Die phosphorige Säure, welche nach einem Versuche, zu welchem krystallinische Substanz verwandt wurde, für sich erst gegen 250°[1]) anfängt unter Phosphorwasserstoff-Entwicklung zersetzt zu werden, erleidet also in der That langsame Zersetzung durch Phosphorchlorür schon beim Siedepunkt desselben.

IV. Ueber die Einwirkung von Natriumalkoholat auf Benzoesäureäther.

Aus früheren Versuchen[2]) ist bekannt, dass alkoholfreies Natriumalkoholat auf Benzoesäureäther bei 120° nicht einwirkt, bis 160° damit aber längere Zeit erhitzt hauptsächlich Natriumbenzoat und gewöhnlichen Aether nach der Gleichung:

$$C^7H^5(C^2H^5)O^2 + C^2H^5NaO = C^7H^5NaO^2 + (C^2H^5)^2O$$

bildet. In geringer Menge entstehen dabei aber noch drei andere Producte, von denen zwei den nach der Behandlung mit überschüssiger Natronlauge verbleibenden öligen neutralen Rückstand bilden, dessen Menge etwa 9 Proc. von der des angewandten Aethers beträgt, während das dritte saurer Natur ist und in die wässrige Lösung des Natrium-

1) Es ist dies dieselbe Temperatur, bei welcher sich nach Rammelsberg (Pogg. Annal. Bd. 132, p. 493 u. 498) das saure Kaliumsalz und ein saures Baryumsalz der phosphorigen Säure das sog. anderthalbfachsaure Salz, auch unter Phosphorwasserstoff-Entwicklung, zersetzt.

2) Diese Zeitschrift. Bd. IV. p. 260.

benzoats mit übergeht. Von den beiden ersteren, welche ihrer früher erhaltenen geringen Menge halber nicht völlig rein erhalten werden konnten, waren vorläufige Analysen gemacht worden. Das eine zwischen 200 und 210° Destillirende hatte 77,3 Proc. Kohlenstoff und 8,9 Proc. Wasserstoff, das andere, welches bei 360° noch nicht überging, hatte 84,4 Proc. Kohlenstoff und 7,9 Proc. Wasserstoff ergeben, über die saure Substanz, welche nur aus den um etwa 1 Proc. grösseren Natriumgehalt, den das Natriumbenzoat bei der Analyse gegeben hatte, erschlossen wurde, konnte noch gar keine Vermuthung geäussert werden.

Auf meine Veranlassung hat Herr Dr. Schiele diese drei Nebenproducte einer genaueren Prüfung unterzogen. Benzoesäureäther wurde mit dem Natriumalkoholat in Röhren während mehrerer Tage auf 160° erhitzt, der Inhalt darauf mit Wasser behandelt, die wässrige Lösung vom abgeschiedenen Oel befreit und mit Aether ausgeschüttelt. Das was der Aether gelöst hatte und nach dem Abdestilliren desselben zurückblieb, wurde zum Oel gegeben und dieses so lange wiederholt mit neuen Mengen Natronlauge im zugeschmolzenen Rohr auf 110° erhitzt, bis keine Abnahme desselben mehr stattfand und aller noch vorhandene Benzoësäureäther zersetzt war. Die ursprüngliche wässrige Lösung, welche ausser Natriumbenzoat noch das Natriumsalz der mitentstandenen Säure erhalten musste, wurde mit Schwefelsäure in geringem Ueberschuss versetzt, von der ausgeschiedenen Benzoësäure abfiltrirt, das Filtrat mit Natriumcarbonat schwach übersättigt, durch Eindampfen concentrirt, nach dem Erkalten mittelst erneuten Zusatz von Schwefelsäure wieder Benzoësäure gefällt und so mehrere Male fortgefahren. Dann wurde nach der Neutralisation mit Natriumcarbonat zur Trockne verdampft, mit Alkohol der Rückstand ausgekocht und das im Alkohol gelöste zur Entfernung aller Benzoësäure in derselben Weise behandelt, was wiederholt geschehen musste. Da die auch bis zuletzt ausgeschiedene Benzoësäure den richtigen Schmelzpunkt besass und der nach dem Ausziehen von Alkohol verbleibende Salzrückstand sich beim Erhitzen nicht schwärzte, so musste die Säure in Wasser leicht löslich und ihr Natriumsalz in Alkohol löslich sein. Zuletzt wurde ein rhombisch krystallisirendes in Wasser leicht lösliches Salz erhalten, welches nach Zusatz von mässig conc. Schwefelsäure den stechenden Geruch der Ameisensäure entwickelte und dessen Lösung die für die Ameisensäure charakteristischen Reactionen zeigte: mit Baryumchlorid und Calciumchlorid gab sie keinen Niederschlag; mit Sublimatlösung vermischt entstand gleichfalls keine Fällung, beim Erwärmen wurde aber Kalomel

abgeschieden; mit Hydrargyronitratlösung vermischt bildete sich ein weisser Niederschlag, der beim Kochen unter Kohlensäureentwicklung zu met. Quecksilber wurde; mit Argentinitratlösung entstand eine weisse Fällung, welche beim Erwärmen unter Kohlensäureentwicklung starke Reduction erfuhr.

0,3792 Grm. desselben hinterliessen beim Glühen 0,2968 Grm. Natriumcarbonat, welches 0,1288 Grm. oder 34,0 Proc. Natrium entspricht. Das Natriumformiat verlangt 33,9 Proc. Natrium.

Daraus ergiebt sich also, dass die Säure in der That Ameisensäure ist.

Bei der Destillation des ölförmigen Productes zeigte sich wie früher, dass von 200—280° unter stetem Steigen des Thermometers eine wasserhelle aromatisch riechende Flüssigkeit überging, während dann bei weiterem Erwärmen das Quecksilber ganz rasch auf 360° stieg und ein beim Erkalten zähflüssiger Rückstand blieb. Das Uebergegangene wurde wieder destillirt. Da bei 200° und bei 230° der Siedepunkt constant zu sein schien, so wurde das bei diesen Temperaturen Uebergehende für sich gesammelt und analysirt.

Das bei 200° erhaltene Destillat enthielt 78,9 Proc. Kohlenstoff und 9,2 Proc. Wasserstoff; das bei 230° erhaltene 78,3 Proc. Kohlenstoff und 9,2 Wasserstoff. Da diese Resultate fast ganz übereinstimmten, so wurden beide Theile wieder vereinigt und bei der nochmaligen Rectification das bei 217° Uebergehende für sich gesammelt. Bei der Analyse ergab dies 78,8 Proc. Kohlenstoff und 9,1 Proc. Wasserstoff. Aus diesen Resultaten leitet sich die Formel: $C^{26}H^{36}O^{3}$ oder vielleicht die Formel: $C^{26}H^{34}O^{3}$ ab.

	ber.		gef.			ber.
C^{26}	= 78,9	78,9	78,8	78,3	C^{26}	= 79,3
H^{36}	= 9,0	9,2	9,1	9,2	H^{34}	= 8,6
O^{3}	= 12,1	—	—	—	O^{3}	= 12,1
	100,0					100,0

Das bei 360° noch nicht Uebergegangene liess sich, wie ein Versuch zeigte, gleichfalls destilliren. Es ging in gelben, beim Erkalten zähflüssigen Tropfen über, welche 88,9 Proc. Kohlenstoff und 7,5 Proc. Wasserstoff enthielten. Da das Destillat nicht ganz homogen erschien, so wurde es nochmals rectificirt und die zuerst übergehende und die zuletzt übergehende Portion je für sich gesammelt und analysirt. Die erstere ergab 89,3 Proc. Kohlenstoff und 7,8 Proc. Wasserstoff, die letztere 89,4 Proc. Kohlenstoff und 7,6 Proc. Wasserstoff. Aus diesen sehr nahe übereinstimmenden Resultaten folgt, dass das Product ein

chemisches Individuum war und die Formel: $C^{37}H^{36}O$ demselben zukommt.

	ber.		gef.	
C^{37}	= 89,5	(88,9)	89,3	89,4
H^{35}	= 7,3	(7,5)	7,8	7,6
O	= 3,2			
	100,0			

Was nun die Bildung der Ameisensäure und der beiden destillirbaren neutralen ölförmigen Körper aus dem Benzoësäureäther anlangt, so lässt sich von ihnen auf folgende Weise Rechenschaft geben:

$$3\,C^7H^5(C^2H^5)\,O^2 = C^{26}H^{36}O^3 + C + O^3 - H^6$$
$$4\,C^7H^5(C^2H^5)\,O^2 = C^{37}H^{36}O - C + O^7 + H^4$$

oder beide Gleichungen zusammengezogen:

$$7\,C^7H^5(C^2H^5)\,O^2 = C^{26}H^{36}O^3 + C^{37}H^{36}O + O^{10} - H^2$$

Wäre die Formel für die bei 217° destillirende Substanz nicht $C^{26}H^{37}O^3$ sondern $C^{26}H^{34}O^3$ so würde die Gleichung sein:

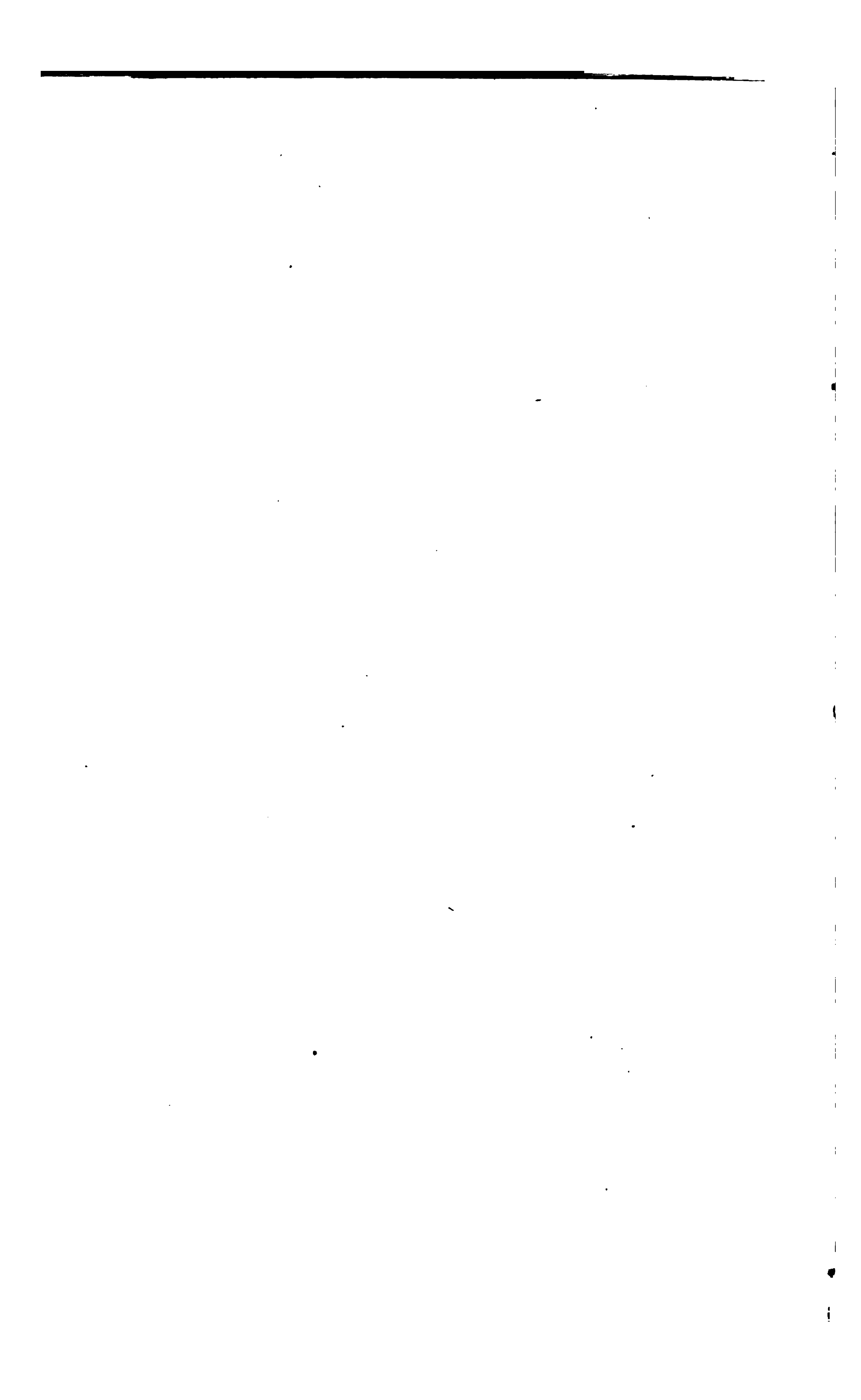
$$7\,C^7H^5(C^2H^5)\,O^2 = C^{26}H^{34}O^3 + C^{37}H^{36}O + 10\,O$$

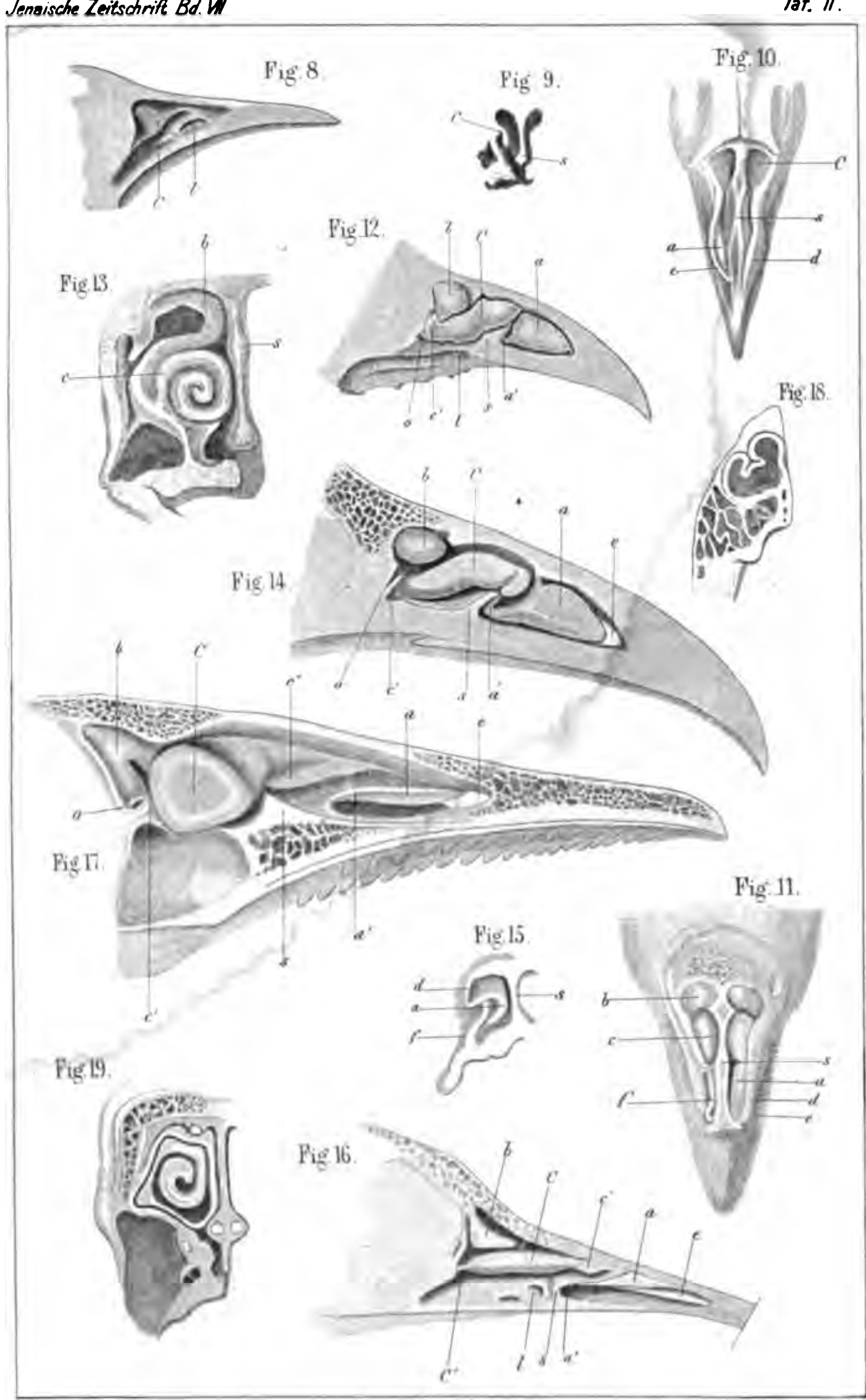
Man sieht hieraus, wie unter Austritt von 10 Mgtn. Sauerstoff aus 7 Mgtn. Benzoësäureäther die Bildung der beiden ölförmigen Producte vor sich gehen kann. Diese 10 Mgtn. Sauerstoff werden nun offenbar verwandt zur Bildung von Ameisensäure, welche wahrscheinlich aus dem Aethyl des Benzoësäureäthers hervorgeht unter gleichzeitiger Bildung von Benzoësäure nach der Gleichung:

$$5\,C^7H^5(C^2H^5)\,O^2 + 20\,O = 5\,C^7H^6O^2 + 10\,CH^2O^2.$$

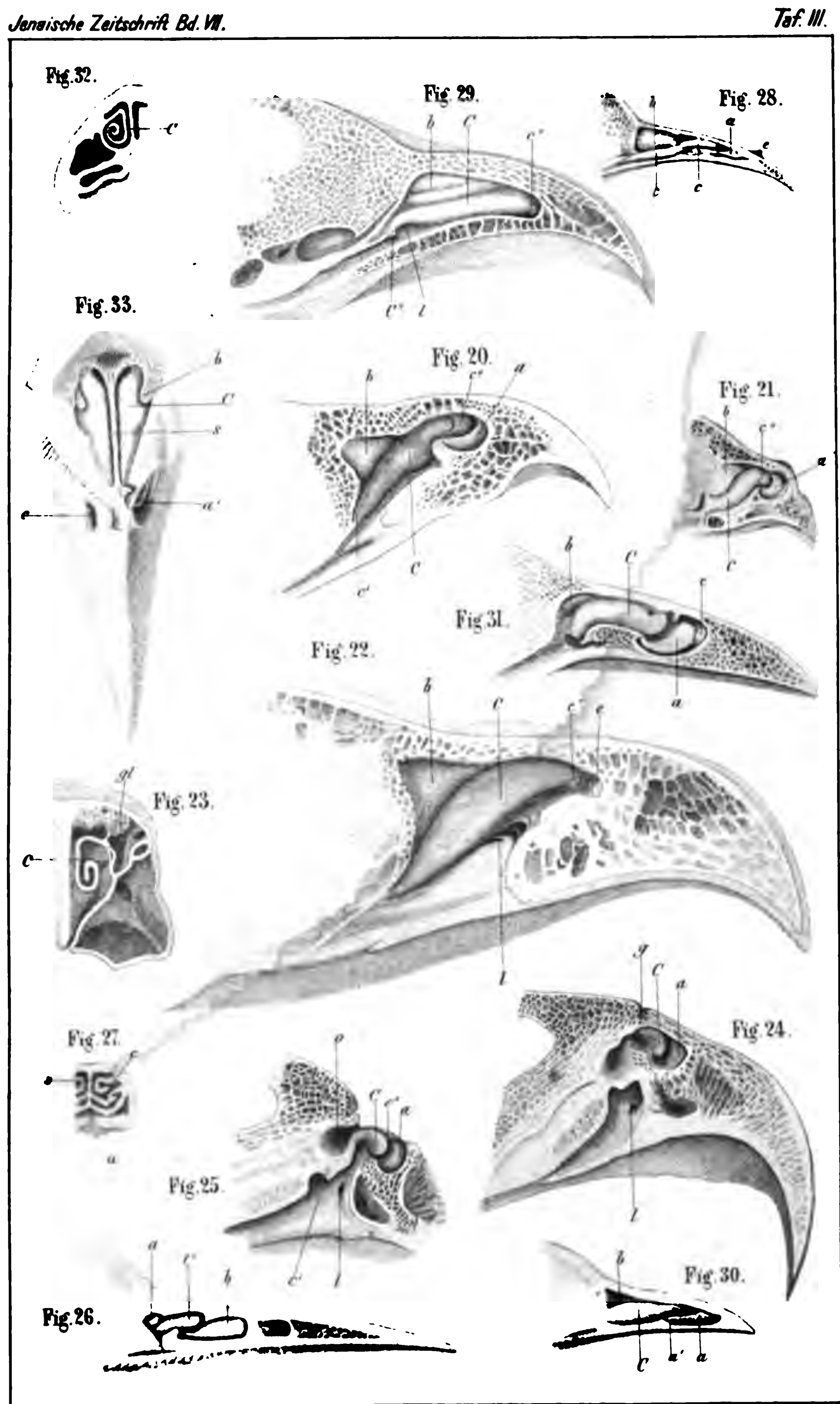
Benzoësäure und Ameisensäure aber werden weiter durch das Natriumalkoholat zu den Natriumsalzen unter Erzeugung von Alkohol.

Jena, Ende October 1871.

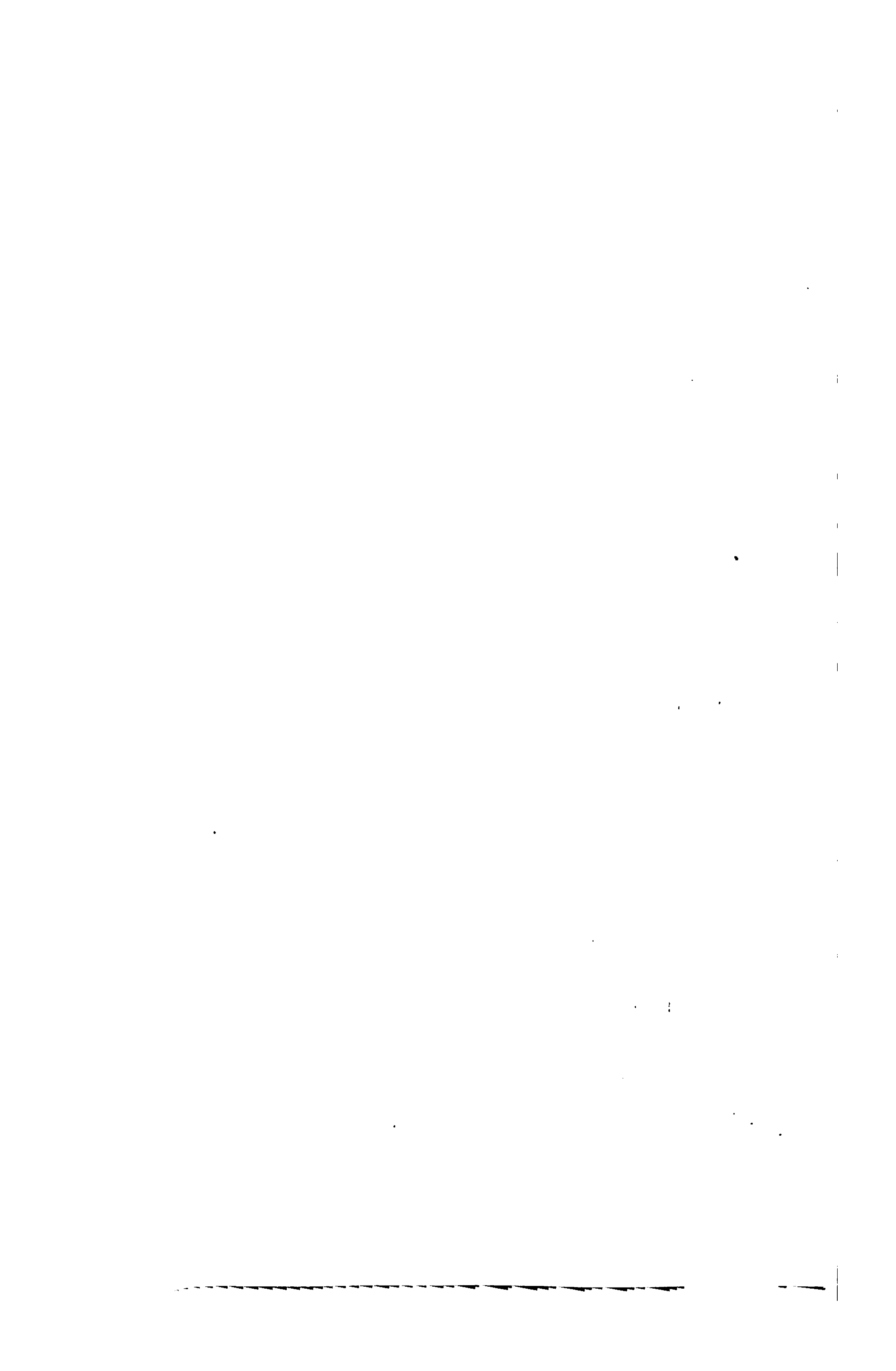


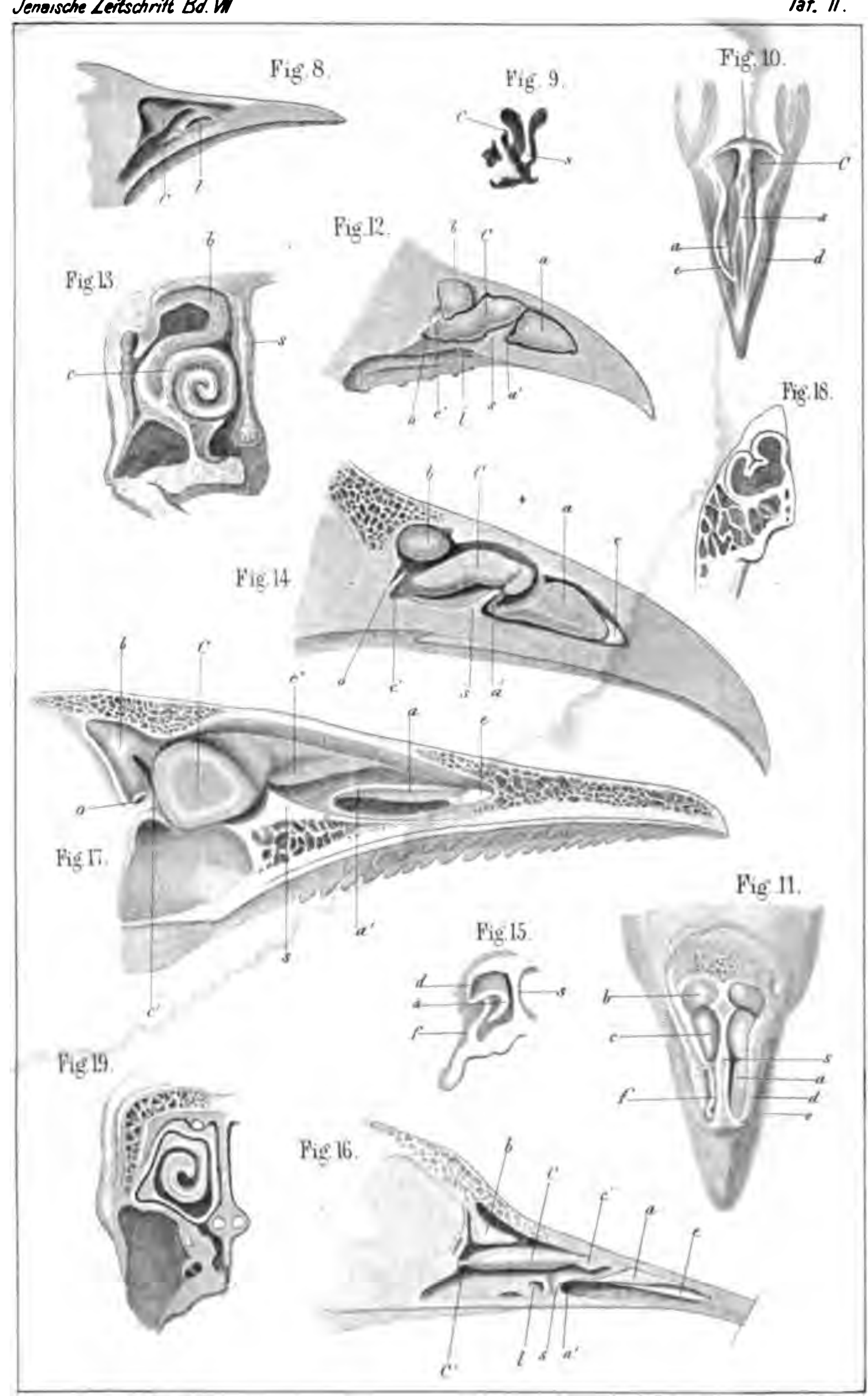


C. Gegenbaur del.
lith v. C. Müller Jena

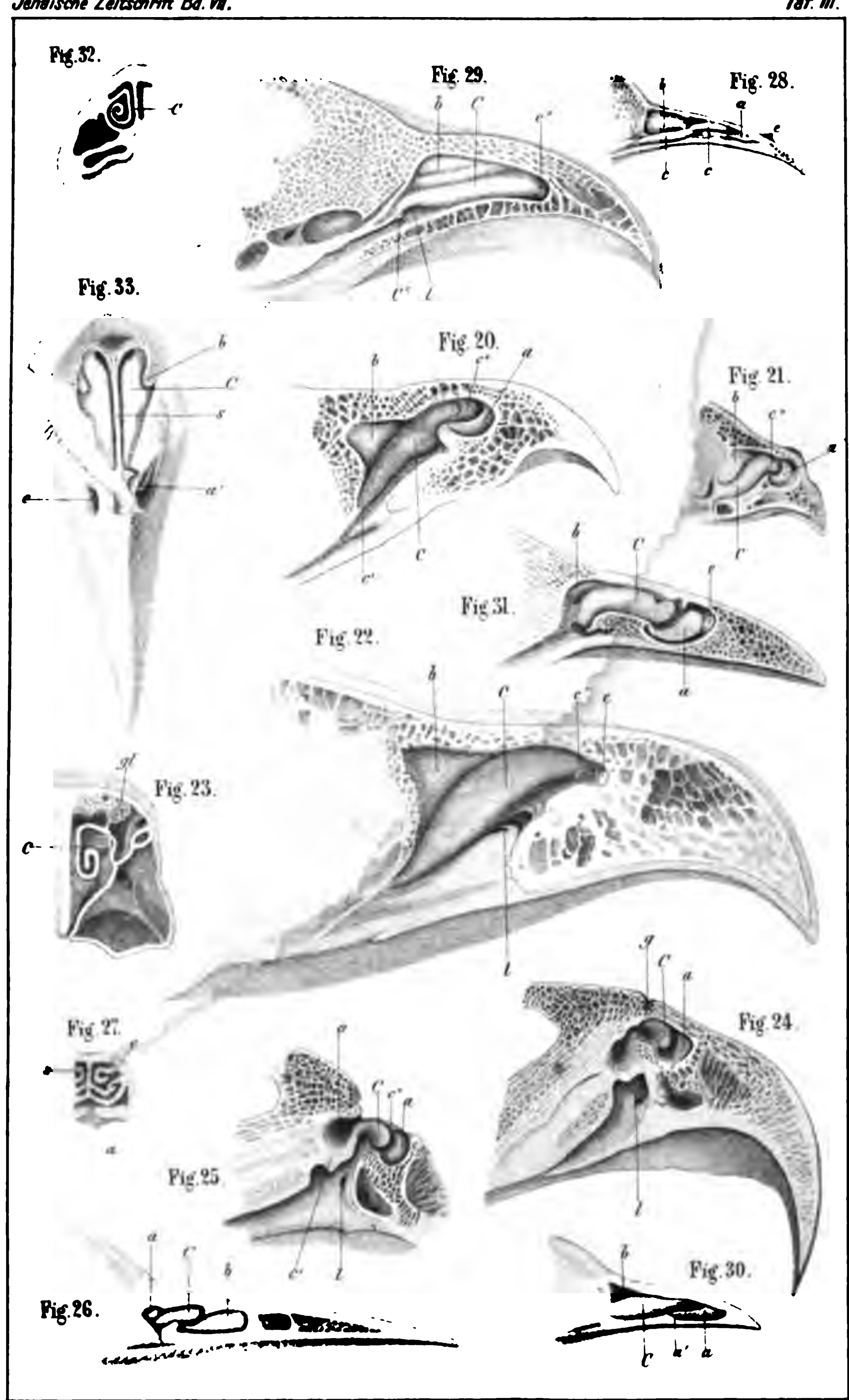


C. Gegenbaur del. G. Müller





C. Gegenbaur del. lith. v. G. Müller Jena.



C. Gegenbaur del. G. Müller

Ueber das Archipterygium.

Von

C. Gegenbaur.

Mit Tafel X.

Als ich vor bald zwei Jahren die Ergebnisse meiner letzten Untersuchungen über das Gliedmaassenskelet der Wirbelthiere in dieser Zeitschrift [1]) veröffentlichte, war ich damit »zu einem gewissen Abschlusse« gekommen, der in der Aufstellung einer »Grundform« des Gliedmaassenskeletes der Wirbelthiere seinen Ausdruck fand. Die meist stufenweis verfolgbare Ableitbarkeit aller bis dahin bekannten Formzustände dieses Skeletes rechtfertigte die Bedeutung jener Grundform, die ich als Archipterygium bezeichnet hatte.

Dieses Archipterygium erschien als ein dem Schultergürtel angefügter, in einzelne hinter einander liegende Stücke gegliederter Knorpelstab, Stamm, an dem einseitig eine Reihe von kleinen, ungegliederten oder gegliederten Knorpelstäbchen, Radien, aufgereiht sind. Für eine Fiederung oder zweizeilige Anordnung von Radien am Stamme des Archipterygiums hatten meine Untersuchungen am Brustflossenskelete der Selachier zwar einige Spuren ergeben, allein sie schienen mir einerseits so unbedeutend, dass ich sie anfänglich (Untersuchungen zur Vergl. Anatomie II. 1865) nicht beachtete, und erst später (diese Zeitschrift Bd. V. S. 432 Anmerk.) sie mit Beziehung auf jene Frage zu prüfen versuchte, andererseits lagen alle bis zu jener Zeit bekannten Thatsachen auf Seite des einzeiligen Archipterygium, so dass für die Construction der zweizeiligen Grundform ausser jenem, auch in anderer Weise erklärbaren, und von mir auch so beurtheilten Rudimente, kein triftiger Grund sich ergab.

1) Bd. V. S. 397.

Anders liegt gegenwärtig die Frage, ob jenes Archipterygium in seiner ursprünglichsten Form die Radien in einer Reihe oder in zwei Reihen besass, nachdem neuerdings Untersuchungen an dem zunächst den Dipnoï verwandten Ceratodus das Bestehen eines Gliedmaassen-skeletes in der Form des zweizeiligen Archipterygiums erwiesen haben. Aus den hieher bezüglichen Mittheilungen von Dr. A. Günther [1]) geht hervor, dass bei Ceratodus im Skelet der Brustflosse ein Stamm (Axis, Günther) besteht, den eine Reihe distal an Umfang abnehmender Knorpelstücke bildet, denen an beiden Seiten wiederum aus mehrfachen Gliedern gebildete Radien angefügt sind. Feine Fäden, welche als Flossenstrahlen (Fin-rays) den Knorpelreihen angefügt sind, ergänzen die Flosse in ähnlicher Weise wie bei Protopterus. Günther vergleicht diesen Befund mit dem Brustflossenskelete von Acipenser, und unterscheidet dort ganz richtig die Stammreihe von den Radien, die in ihrer einzeiligen Aufreihung eine ganz bedeutende Verschiedenheit des Typus ergeben. Ob wie bei Acipenser ein Theil der Radien von dem Stamme abgerückt ist und direct mit dem Schultergürtel articulirt, ist mir zweifelhaft. Es würde der Fall sein, wenn das von Günther als »Carpus« bezeichnete Stück *a* in der Figur von Ceratodus dem Schultergürtel angehört, ebenso wie es sicher in der daneben stehenden Figur von Acipenser ein Theil des Schultergürtels ist, wie ich in älteren Untersuchungen (Schultergürtel und Brustflosse der Fische) festgestellt zu haben glaube. Immerhin wäre die Ablösung von Radien vom Stamme und ihre Verbindung mit dem Schultergürtel zwar bemerkenswerth, aber dem Verhalten des übrigen Flossenskelets gegenüber von untergeordneter Bedeutung. Bei der Beachtung jenes Typus des Flossenskeletes von Ceratodus dürfte es sich nun vor Allem fragen, wie sich dazu die einzeilige Form des Archipterygium verhält, und in dieser Beziehung ist Folgendes in nähere Prüfung zu nehmen.

1) Sind beiderlei Zustände des Archipterygiums selbständige Grundformen, von denen jede für sich entstand, und jede in einer gewissen Reihe von Wirbelthieren eine eigene Diffenzirung einschlug? oder

2) ist die doppelzeilige Form aus der einzeiligen hervorgegangen? oder endlich

3) entstand die einzeilige Form aus der doppelzeiligen? Die erste Frage wird offen zu lassen sein, bis die Untersuchung eine der beiden letzten beantwortet hat. In dieser Beziehung wird vor Allem zu prüfen sein, ob an dem aus dem einzeiligen Archipterygium hervorgegangenen,

---

1) Proceed. Roy. Soc. 1871. S. 378. und ausführlicher mit Abbildung des Flossenskelets in Ann. and Mag. of Nat. hist. March, 1871.

weil davon ableitbaren Flossenskelete der Selachier Andeutungen der zweizeiligen Grundform zu erkennen sind, denn es besteht kein Anhaltepunkt für die Annahme der Entstehung der zweizeiligen Form aus der einzeiligen. Letztere Frage hat daher gar nicht in Betracht zu kommen.

Andeutungen der Abstammung der einzeiligen Form von der zweizeiligen werden in Radien oder hiervon ableitbaren Gebilden gesucht werden müssen, welche auf der medialen Seite des Flossenstammes sitzen, während die laterale von der Hauptmasse der Radien eingenommen wird. Solche die andere Seite des Flossenstammes besetzende Gebilde finden sich bei den Notidaniden und Dornhaien vor.

Bereits in meiner zweiten Arbeit über die Brustflosse habe ich Darstellungen dieser Verhältnisse gegeben, jedoch ohne eine nähere Erklärung. Bei Heptanchus lagert dem in der differenzirteren Skeletform als Stamm des Metapterygium erscheinenden Flossenstamme ein langgestrecktes Knorpelstück an. Auf Taf. IX der erwähnten Arbeit habe ich an der in Fig. 2 dargestellten Flosse jenes Knorpelstück abgebildet.

An dem Knorpelstreif kann ausser seiner Lagerung ausserhalb des übrigen Skeletcomplexes nichts Auffallendes gefunden werden. Es war mir daher sehr werthvoll, bei Embryonen von Heptanchus andere Verhältnisse anzutreffen. Das Flossenskelet eines solchen von 12 Cm. Länge habe ich in Fig. 2 vergrössert dargestellt. Ausser Verschiedenheiten in der Gliederung der Radien [1]), zeigt jenes Flossenskelet das fragliche Knorpelstück durch drei (Fig. 2 r, r' r'') dargestellt, von denen das terminale das Bedeutendste ist. An der Stelle des einfachen Knorpelstreifens besteht also hier ein gegliedertes, auch durch grössere Breite ausgezeichnetes Stück, welches viel bestimmter als Radius gedeutet werden kann [2]). Zwei andere Embryonen boten an derselben Stelle

1) Auf die bezüglich der Gliederung der Radien sowie der Verbindung einzelner, neben einander gelegener Radienglieder zu grösseren plattenförmigen Stücken habe ich in meiner letzten Arbeit über das Gliedmaassenskelet, Jenaische Zeitschrift, Bd. V, S. 435 aufmerksam gemacht. Vergleicht man die gegenwärtig von mir gegebene Abbildung des genannten Skeletes eines Heptanchus-Embryo, mit den früher veröffentlichten eines erwachsenen Thieres — beides nach genauen Zeichnungen — so wird man den hohen Grad der die Zahl und Gliederung der Radien, sowie die Plattenbildung betreffenden Variation alsbald wahrnehmen, und hierin eine wichtige Eigenthümlichkeit der Selachier erkennen gegenüber der Beständigkeit der homologen Skelettheile höherer Organismen.

2) Nebenbei möchte ich noch die Möglichkeit hervorheben, dass die drei als breite Platten erscheinenden Stücke durch Concrescenz einer Anzahl von Basalgliedern von Radien entstanden sein können, so dass sie nicht Einen Radius, son-

nur zwei Stücke, die zusammen die gleiche Anreihung hatten, wie die drei des ersterwähnten. In allen Fällen reichten diese Stücke weiter gegen die Flossenbasis empor, als beim erwachsenen Thiere das einzige Stück. Aus der Vergleichung des Befundes an Embryonen mit dem der erwachsenen Thiere geht hervor, dass erstlich ein Knorpelstrahl an der medialen Seite des Flossenskeletrandes besteht, und dass zweitens derselbe bei Embryonen gegliedert und viel umfänglicher ist, als beim Erwachsenen. Daraus muss eine im Laufe der individuellen Entwickelung vor sich gehende Reduction gefolgert werden, die wieder auf eine bedeutendere Entfaltung des sich rückbildenden Theiles in einem palaeontologisch frühen Stadium schliessen lässt.

Hexanchus besitzt in der ausgebildeten Form des Flossenskeletes die Andeutung einer zweizeiligen Aufreihung knorpeliger Radien noch deutlicher. Der Stammreihe des Metapterygiums sind nämlich zwei Radien medial angefügt. In Fig. 3 habe ich den kritischen Abschnitt des von mir früher abgebildeten Flossenskeletes dargestellt. Die beiden Radien (r' r'') verbinden sich mit verschiedenen Theilen des Flossenstammes (*B.*).

Reicher als bei den Notidaniden sind bei Centrophorus Theile einer medialen Knorpelstrahlenreihe erhalten. Bei Centrophorus calceus war mir bereits bei der ersten Untersuchung das Eigenthümliche des Verhaltens aufgefallen, aber ich glaubte der Vorstellung, dass hier auf eine zweite Radienreihe beziehbare Einrichtungen vorliegen, keinen Raum geben zu dürfen, und habe aus der Vergleichung des Befundes mit dem Brustflossenskelete von Chimära geschlossen, dass der mediale Theil der Knorpelstücke bei Centrophorus, der, wenn auf Radien bezogen, ein »gefiedertes« Archipterygium voraussetzen liesse, durch eine Modification von Stücken des Flossenstammes entstanden sei [1]. Während ich die Deutung der eigenthümlichen medialen Krümmung des Brustflossenskeletes von Chimära auch gegenwärtig festhalte wie ich sie damals gab, sie durch terminale Verbreiterung der nur einer Seite des Stammes zukommenden Radien entstanden erklärend, nehme ich für Centrophorus meine frühere Annahme zurück und

---

dern eine Summe von Radien repräsentiren. Die Vergleichung mit Centrophorus, wo solche ähnliche Längsplatten vorkommen, die bestimmter auf eine Mehrzahl von Radien bezogen werden können, ist dieser Auffassung günstig, allein dennoch halte ich sie nicht für sicher begründet, und muss die Beziehung der Plattenstücke auf einen Radius vorziehen, denn die näher liegende Vergleichung mit Hexanchus weist vielmehr auf einen einzigen Radius hin.

1) Diese Zeitschrift. Bd. V, S. 432.

möchte den gesammten an *b* anliegenden Theil des Flossenskeletes [1]) (*b' b''* und die kurzen Stücke) als eine aus medial der Stammreihe angefügten Radien hervorgegangene Bildung erachten. Fig. 5 giebt auf beigegebener Tafel eine Darstellung dieser Auffassung, wobei *R* eine Knorpelplatte vorstellt, die aus ebensoviel Radiengliedern gebildet wurde, als discrete Radienreste ihr ansitzen. Die mir erst in neuerer Zeit möglich gewordene Untersuchung des Flossenskeletes von Centrophorus granulosus bestärkt mich in dieser Anschauung. Der Stamm des Flossenskeletes (Fig. 4) besteht aus drei Stücken; der erste, sehr grosse und besonders in seiner Mitte verbreiterte (Fig. 4 *B*) trägt 13 lateral gerichtete Radien, das zweite *b* desgleichen, die sämmtlich ungegliedert sind, und zum Theil in der Längsaxe der Flosse liegen. Endlich besteht noch ein letztes Stück am Stamme, welches radienartig gestaltet ist (*b'*). Vor dem Basalstücke der Stammreihe lagert ein anderes schwaches Basale (*P*), welches ich entsprechend meiner früheren Darlegung als ein zum Schultergürtel getretenes Basalstück eines Radius ansehe, wie ihnen denn noch mehrere Radienglieder (*ρ*) folgen. Was die medial gelagerten Radientheile angeht, so finde ich zunächst eine grössere Platte (Fig. 4 *r'*), die drei kleinere, wie Endglieder von Radien sich darstellende Stücke trägt, auf diese folgt eine zweite kleinere (*R''*). Beide zusammen entsprechen der bei Centrophorus calceus einzigen Platte, die ich zuerst mit *b'* bezeichnet und als ein ausnehmend verbreitertes Stück der Stammreihe gedeutet hatte. Wie an der ersten Platte Radiengliedstücke sitzen, so sind solche, aber viel unansehnlicher auch an der zweiten vorhanden. Nimmt man die Plattenstücke *R* und *R'* bei Centrophorus granulosus als Theile verschmolzener Radien, als mit einander verbundene Gliedstücke von Radien, die ihre kurzen, rudimentären Endglieder frei, und den verschmolzenen Stücken angefügt erhalten haben, so kommt man zu der Anschauung einer »Fiederung« des Endabschnittes des Flossenskeletes, oder einer zweizeiligen Anordnung von Radien an demselben Stücke. In dem auf die Zeichnung des Flossenskeletes gelegten Liniensysteme habe ich diese Anschauung bildlich dargestellt.

Geringer sind die Reste von medialen Radien, welche von mir bei Acanthias vulgaris wahrgenommen sind. Am ausgewachsenen Thiere besteht nur ein einziges hieher beziehbares Knorpelstückchen. Ich habe es in meinen Untersuchungen (zweites Heft auf Taf. IX. in Fig. 4) mit dem gesammten Skelete der Brustflosse abgebildet, ohne ihm eine besondere Bezeichnung gegeben zu haben. In ganz anderer

1) Ibid. Taf. XVI, Fig 25.

Weise verhalten sich die Brustflossenskelete von Embryonen, die überaus deutliche Reste einer zweiten medialen Serie von Radien zu erkennen geben. Ich finde das zweite Gliedstück des Flossenstammes (in meiner früher gegebenen Figur [Fig. 4] mit *mt'* bezeichnet) lateral mit 3—4 Radien besetzt, welche, zum Theil ungegliedert, den hintersten Vorsprung der Flosse bilden (Fig. 6). Der vorletzte und letzte Strahl ist kürzer, und daran reiht sich ein radienartiges Knorpelstück, welches dem Ende der Stammglieder ansitzt. Ich deute es nicht als Radius, sondern als Terminalglied der Stammreihe (*B*), denn es trägt medial in einem Ausschnitte ein Radienrudiment. Aufwärts folgt an der medialen Seite des zweiten Stammgliedes ein discreter zweigliedriger Strahl, an welchen dann noch zwei Radien sich anschliessen, die aber mittels eines gemeinsamen Plattenstückes (*R*) an dem genannten Stammglied sitzen. Auf das Plattenstück folgt noch ein kleines Knorpelchen, das vielleicht ein Rudiment eines fünften medialen Radius repräsentirt. So wären also mindestens vier der medialen Seite des Flossenstammes aufgereihte Knorpelstrahlen vorhanden, die am ausgebildeten Flossenskelete nicht mehr unterscheidbar sind, indem sie theilweise unter einander verschmelzen, theilweise sich rückbilden. Die bei Acanthias klare und zweifellose Beziehung der medial dem Flossenstamme ansitzenden Stücke auf Radien dient auch zur Erläuterung der Einrichtungen bei Centrophorus. Die bei Acanthias zwei Radien tragende Knorpelplatte nämlich, welche unbedenklich aus zwei verschmolzenen Basalgliedern von Radien entstanden zu deuten ist, erscheint bei Centrophorus granulosus in viel umfänglicher Form und wird gemäss der Anzahl der ihr ansitzenden Rudimente von Radien aus den Basalstücken von drei solchen entstanden sein. Aehnliches gilt auch von dem folgenden Stücke (Fig. 4 *R'*). Wie sich nun von Acanthias aus das Verhalten des Centrophorus granulosus erklären lässt, so ist von diesem her Centrophorus calceus zu verstehen, und das oben Aufgestellte erweist sich durch die Vergleichung sicher begründbar. Damit fällt auch meine frühere Deutung des grossen Plattenstückes (Fig. 5 *R'*), welches medial dem Flossenstamme ansitzt, und nunmehr als durch Concrescenz einer Anzahl von Basalgliedern von Radien entstanden beurtheilt werden muss. Es tritt also auch an diesem Theile des Flossenskeletes eine Erscheinung auf, deren verbreitetes Vorkommen für die lateralen Radien von mir nachgewiesen worden ist, und zwar gleichfalls am häufigsten an den Basen der Radien, also an denselben Theilen, welche an den medialen Radien durch den gleichen Vorgang in Anspruch genommen sind.

Somit bestehen am letzten Abschnitte des Meta-

pterygiums der Brustflosse bei manchen Haien Reste einer medial dem Flossenstamme ansitzenden Reihe knorpeliger Flossenstrahlen, die in den Jugendzuständen ausgebildeter sind, als bei erwachsenen Thieren, und demnach noch innerhalb der individuellen Entwickelung einen Rückbildungsprocess durchmachen. Hieraus ergiebt sich eine theilweise Uebereinstimmung mit dem Flossenskelete von Ceratodus, so dass eine Vergleichung beider berücksichtigt werden kann.

Der gefiederte Endabschnitt des Flossenskeletes von Haien zeigt in allen zur Untersuchung genommenen Fällen eine Ungleichheit der Ausbildung der beiderseitigen Radien. Die medialen sind bedeutend kürzer als die lateralen, von denen ein Theil durch überwiegende Längenausdehnung den hinteren Winkel des Flossenskeletes vorstellt. Das Ende des Flossenstammes ist dadurch in eine untergeordnete Beziehung gebracht, indem er aus der ihm gebührenden terminalen Stellung in eine laterale getreten ist. Das dieses Verhältniss bedingende Moment ist sehr leicht einzusehen, da es in der Vergrösserung, namentlich in der terminalen Verbreiterung der lateralen Radien beruht, sowie in einer lateralen Verbreiterung des Basalstückes des Flossenstammes, bei Acanthias und den Notidaniden auch noch in Veränderungen der Basis zum Schultergürtel gelangter lateraler Radien, die hier durch Concrescenz grosse Plattenstücke, die Basalia des Pro- und Metapterygiums, formirt haben.

Das terminale Verhalten des Brustflossenskeletes ist in Bezug auf das Ende des Flossenstammes bei den einzelnen Formen ziemlich verschieden. Bei Heptanchus bildet der Flossenstamm das hintere Ende des Flossenskeletes, deutlicher zwar bei Embryonen, aber auch noch beim ausgebildeten Thiere. Hexanchus hat den Flossenstamm terminal minder entwickelt, und die lateralen Radien ragen über den letzteren vor, darin einen Uebergang zu Acanthias darbietend, dessen Flossenskelet in noch höherem Maasse mit lateralen Radien abschliesst. Bei Centrophorus endlich ist die erwähnte Umwandlung durch Verlängerung der das hintere Ende vorstellenden Radien weiter gebildet. Neben der Entwickelung der lateralen Radien ist es die Rückbildung der medialen, welche für die Lageveränderung des Flossenstammes mitwirkt, und darin wohl als ebenso bedeutungsvoll wird erkannt werden dürfen.

Aus dem Nachweise eines gefiederten Abschnittes am Brustflossenskelete der Haie, ergiebt sich nothwendig die Voraussetzung einer anderen Grundform, als die von mir früher angenommene, an welcher der Flossenstamm nur laterale Strahlen trug. Die Grund-

form wird vielmehr zwei Reihen von Radien, laterale und mediale, am Flossenstamme tragen, das Archypterygium wird also ein gefiedertes sein müssen, und darin mit der Form übereinstimmen, die bei Ceratodus sich erhalten hat. Aus dem verschiedenen Grade der Reduction der medialen Radienreihe ergiebt sich eine Reihe von Uebergangsformen vom einzeiligen zum gefiederten Archipterygium. Ich nehme daher das einzeilige Archipterygium nur als einen secundären, aus dem doppelzeiligen oder gefiederten Archipterygium entstandenen Zustand an, bei dem die mediale Reihe der Knorpelradien sich rückbildete, entweder vollständig oder bis auf einige Reste von Radien, die ich vorhin bei mehreren Haien als Zeugniss für die Fiederung aufdeckte. Bei diesen Haien hat sich also vom primären Archipterygium mehr erhalten als bei den übrigen Haien und allen Rochen, ferner den Chimären und Dipnoï, bei denen nur die umgewandelte, einzeilige Form besteht, die auch dem Skelete der Hintergliedmaasse ausschliesslich zukommt.

Wenn nun das primäre oder gefiederte Archipterygium, von dem ich in Fig. 1 eine schematische Darstellung gab, noch in Flossenskelete einiger Selachier erkannt werden kann, so werden sich die Selachier in dieser Beziehung tiefer stellen als die übrigen Fische, deren Flossenskelet von der Fiederung keinerlei Spuren mehr aufweist, also von der primitiven Form noch weiter entfernt ist als jenes der Selachier.

Was noch die Beziehungen des primären Archipterygiums zu den verschiedenen Flossenskeleten der Fische, sowie zum Skelet der Gliedmaassen der höheren Wirbelthiere betrifft, so ist meine früher gegebene Darstellung dieser Verhältnisse dadurch nur sehr wenig berührt, und ich muss sie selbst nach der Kenntniss der älteren Grundform vollständig aufrecht erhalten, eben weil der überwiegenden Mehrzahl der Abtheilungen nur die secundäre, aus der ersten entstandene Archipterygiumform zu Grunde liegt. Ausser den Selachiern, bei denen die zweizeilige Form des Archipterygium in die einzeilige übergeht, besitzt vielleicht nur noch Polypterus unter den lebenden Ganoïden das primäre Archipterygium im Flossenskelete, und würde sich dadurch sehr scharf von den übrigen Verwandten abtrennen, welchem Verhältnisse, Huxley[1]) in Vereinigung dieser Gattung mit fossilen Ganoïden zur Abtheilung der Crossopterygidae auf Grund der gewiss auch mit dem Skelete zusammenhängenden äusseren

---

1) Memoirs of the Geological Survey of the united Kingdom. Figurs and descriptions Dec. X. London 1861. S. 24.

Gestaltung der paarigen Flossen Ausdruck gab. Ich halte es nun für nicht gerade unmöglich, dass das Brustflossenskelet von Polypterus von einem gefiederten Archipterygium abgeleitet werden könnte. Eine nach dieser Richtung vorgenommene Vergleichung ergäbe Folgendes. Die im ersten Abschnitt des Brustflossenskeletes befindliche grosse, zum Theil knorpelige Platte würde dem an Länge sehr reducirten und auch der Gliederung entbehrenden Flossenstamme entsprechen, an dem der ursprünglich an beiden Seiten mit Radien besetzte Rand durch den hinteren im Bogen geschweiften Rand repräsentirt wäre. Die beiden, dem platten Mittelstücke (*ms* in Fig. 6 auf Taf. VIII meiner Untersuchungen II) angefügten cylindrischen Knochen (*p* und *mt* in derselben Figur), wären selbständig dem Schultergürtel articulirende Radien, und erschienen dadurch den am verkürzten Flossenstamm befindlichen Radien gleichwerthig. Sie entsprächen dabei zweien jener Radien, die bei Ceratodus in grösserer Zahl dem Schultergürtel anzusitzen scheinen. Bei dieser Deutung bestände das Auffallende, dass gerade die den Flossenstamm (*ms*) repräsentirende Platte keine directe Verbindung mit dem Schultergürtel besitzt, dass sie durch Radien daraus verdrängt wäre. Ich sehe darin jedoch keinen belangreichen Grund gegen die versuchte Deutung, denn auch bei Haien trifft sich nicht selten eine Verdrängung des Flossenstammes vom Schultergürtel. Ich zeigte dieses bei Cestracion, wo das aus verschmolzenen Radien entstandene Basale des Mesopterygiums jene Articulation bildet, dann bei Acanthias, wo auch noch das Propterygium mit einem Basalstücke im Schultergelenke articulirt, während das dem Flossenstamme angehörige Basalstück des Metapterygiums in beiden Fällen davon ausgeschlossen ist. Einen Grund gegen die directe Ableitung des Brustflossenskeletes von Polypterus aus einem gefiederten Archipterygium möchte ich vielmehr aus dem Verhalten der Bauchflosse nehmen, deren Skelet aus vier lateralwärts an Grösse abnehmenden Knochenstücken besteht, welche in ihrer Anordnung auch gar nichts auf die primäre Archipterygiumform beziehbares erkennen lassen. Sie erscheinen vielmehr, ähnlich wie bei anderen lebenden Ganoïden, nur von der einzeiligen Grundform ableitbar.

Wäre also die obenerwähnte Deutung des Brustflossenskeletes richtig, so würde dieser Theil ein vollständiges, wenn auch in seinem Stamme sehr verändertes primäres Archipterygium vorstellen, während die Bauchflosse gar nichts davon darbietet, da sie nur Skelettheile enthält, die, wie bei andern Ganoïden und Teleostiern, ausserordentliche Reductionen der einzeiligen Grundform erkennen lassen. Die bei jener Voraussetzung so grossartige Verschiedenheit des

Typus im Skelete von beiderlei Gliedmaassen bestimmt mich, meine frühere Auffassung des Brustflossenskeletes von Polypterus nicht aufzugeben, jedenfalls so lange nicht, als der Nachweis, dass die knorpelige Mittelplatte des Brustflossenskeletes den reducirten Flossenstamm vorstellt, noch nicht geliefert ist. Demnach kann ich das genannte Skelet von Polypterus nicht unmittelbar auf das primäre Archipterygium beziehen, sondern leite es, wie jenes der anderen lebenden Ganoïden von der secundären, nur Eine Reihe von Radien besitzenden Form ab.

Wenn ich so das Flossenskelet von Polypterus von dem von Ceratodus für verschieden halte, will ich daraus keineswegs die Nothwendigkeit einer Verschiedenheit vom bis jetzt noch unbekannten Flossenskelet der anderen Familien der Crossopterygier gefolgert sehen, und möchte auch hier den Thatsachen ihr Recht vorbehalten wissen, wie sie auch immer sich einmal herausstellen mögen.

Das Fortbestehen des Archipterygiums im Flossenskelet von Ceratodus, sowie in einem Theil des Skeletes der Brustflosse einiger Haie spricht für ein ursprünglich weit verbreitetes Vorkommen dieser Form, und wenn, wie ich aus dem Verhalten der Selachier jetzt für unzweifelhaft halten darf, die einzeilige Form von der gefiederten sich ableitet, so wird die letztere gewiss bei vielerlei Abtheilungen untergegangener Fische geherrscht haben, ohne dass jedoch ausschliesslich aus der Erhaltung einer einzigen, ursprünglich allen gemeinsamen Einrichtung auf eine engere Verwandtschaft geschlossen werden dürfte. Denn gerade dadurch unterscheidet sich der indifferente Zustand einer Organisation (wie im gegebenen Falle das primäre Archipterygium es ist) vom differenzirten, dass er nach vielerlei Richtungen sich fortvererben kann, während der letztere, auf immer neuen Wegen schreitend, innerhalb engerer Abtheilungen seine Grenzen findet, die um so schärfer gezogen sind, je grösser die Mannigfaltigkeit in den einzelnen Formen der Differenzirung war.

Jena, im Mai 1871.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 1. Schematische Darstellung des zweizeiligen (gefiederten) Archipterygiums, vorzüglich nach Maassgabe der von GÜNTHER bei Ceratodus nachgewiesenen Form des Gliedmaassenskeletes.

Fig. 2. Skelet der Brustflosse eines 12 Cm. langen Embryo von Heptanchus cinereus. 16 Mal vergrössert. Zur Vergleichung diene die Darstellung desselben Skelets, die ich von einem erwachsenen Thiere auf Taf. IX, Fig. 2 meiner Untersuchungen Heft II, gegeben habe.

Fig. 3. Hinterende des Brustflossenskeletes von Hexanchus griseus. Copie eines Theiles der Fig. 1 auf Taf. IX der Untersuchungen Heft II.

Fig. 4. Brustflossenskelet von Centrophorus granulosus.

Fig. 5. Hinterende und Innenrand des Brustflossenskeletes von Centrophorus calceus. (C. crepidalbus.) Copie eines Theils von Fig. 25 auf Taf. XVI des V. Bandes der Jenaischen Zeitschrift.

Fig. 6. Brustflossenskelet eines 24 Cm. langen Embryo von Acanthias vulgaris. 4 Mal vergrössert. Vergl. hiermit die Darstellung eines Erwachsenen in Fig. 4, Taf. IX meiner Untersuchungen II.

Von den rothen Linien bezeichnet die stärkere, durch das Metapterygium gelegte, den Stamm des primären Flossenskeletes (Archipterygium), die feinen von der Stärkeren ausgehenden Linien bezeichnen die an beiden Seiten des Flossenstammes befindlichen Radien.

B, B, B . . . . Stücke des Flossenstammes.
r r r . . Radien.
ms Basale des Mesopterygiums.
P Basale des Propterygiums.
ρ Modificirte Radienglieder.
R Aus Verschmelzung von Radiengliedern entstandene Platten.

Ueber Dreifachbildungen.

Von

C. Bruch.

Mit Tafel XI.

Als ich vor vier Jahren meine Untersuchungen über die Entstehung der Doppelbildungen [1]) zum Abschluss brachte und die Ergebnisse derselben übersichtlich zusammenstellte, schien mir die Sache in den Hauptpunkten soweit erledigt, dass ich nicht glaubte, bald wieder das Wort ergreifen und neue Gesichtspunkte aufstellen zu können. Nicht nur ist es mir hier in Offenbach ergangen, wie früher in Rödelheim, dass die Brutplätze der Batrachier und insbesondere des für Missbildungen so ergiebigen Pelobates fuscus, zwar nicht durch ausdrückliches Verbot, sondern durch die wechselnden Bedürfnisse der Feld- und Wiesencultur, für mich unbenutzbar wurden, sondern es zeigte sich auch in den noch ferner gemachten Beobachtungen Nichts nicht schon Beobachtetes mehr. Insbesondere musste ich die schon von Andern gemachte Bemerkung bestätigen, dass Missbildungen am vorderen Leibesende bei Batrachiern zu den grössten Seltenheiten gehören, Verdoppelungen der Achsengebilde am Kopfende sogar noch nicht beobachtet sind [2]). Ohne vorläufig hierauf weiter einzugehen und etwa erörtern zu wollen, ob vielleicht derartige Missbildungen geringere Aussicht auf eine längere Lebensdauer haben, als Verdoppelungen des Schwanzes oder der Extremitäten, worüber nur die Beobachtung der frühesten Entwicklungsstufen von Mehrfachbildungen Aufschluss geben könnte, will ich nur

1) Würzburger medicinische Zeitschrift. VII. S. 257.

2) Ein weiterer Fall von überzähliger Vorderextremität und zwar diesmal bei R. temporaria ist indessen in der Zeitschrift von Giebel und Heintz, 1867. S. 504, mitgetheilt worden.

anzeigen, dass auch meine neueren Versuche, durch mechanische Eingriffe, Einschneiden, Einkneipen oder Einreissen des Schwanzes von Froschlarven künstliche Doppelschwänze zu erzeugen, vergeblich gewesen sind, sowie es mir auch nicht vorgekommen ist, dass ein verstümmelter Schwanz überhaupt sich als Doppelschwanz regenerirt hätte, obgleich solche Fälle, ja sogar dreifache Schwänze bei Eidechsen wiederholt von Andern und von mir selbst beobachtet worden sind[1]. Ich habe daher alle Ursache, an der früher aufgestellten Unterscheidung von Fehlern der ersten und der zweiten Bildung bei Froschlarven festzuhalten, und hoffe, dass die nunmehr mitzutheilende Wahrnehmung einer Verdreifachung der Chorda dorsalis ein erhöhtes Interesse verdient[2].

Die Beobachtung, welche ich gegenwärtig mitzutheilen habe, ist schon ziemlich alt, sie wurde von mir schon gemacht, ehe die Separatabdrücke meiner letzten Abhandlung in meinen Händen waren, doch unterliess ich es damals, derselben etwa noch einen Anhang beizufügen, einestheils, weil ich hoffte, vielleicht noch weitere ähnliche Fälle aufzeigen zu können, anderntheils aber, weil ich Angesichts der ersten und einzigen Triplicität, die mir bis jetzt zur Anschauung gekommen ist, wirklich nicht sofort über die theoretische Auffassung und Beurtheilung derselben mit mir einig war. Eine sorgfältige Durchsicht und Prüfung der mir zugänglichen Literatur in Verbindung mit den fragmentarischen Aufzeichnungen aus dem in

---

1) S. J. Geoffroy St. Hilaire I. p. 520. Otto, monstrorum sexcentorum descriptio. p. 445 u. a. m.

2) Ich habe seitdem Gelegenheit gehabt, die citirte Mittheilung von A. Vulpian über künstlich erzeugte Doppelbildungen bei Froschlarven (Gazette méd. 1862, p. 188) im Originale nachzusehen, wo sich denn ein sehr mässiges Resultat herausstellte. Spaltung des Kopfes bei ganz jungen Larven führte entweder zu baldiger Wiederverheilung oder zu einfacher Vernarbung. Spaltung des Schwanzes in eine obere und untere Hälfte (eine seitliche misslang immer), womöglich in der Mitte der Wirbelsegmente, führte entweder zum Abfallen der einen Hälfte und vollständiger Ausbildung der anderen Hälfte, oder beide Schenkel fielen ab und das Organ regenerirte sich in seiner Totalität. Bei einem einzelnen Exemplare blieben beide Hälften in situ und verheilten wieder zu einem einfachen Schwanze, und bei einem anderen entstand an der Stelle der abgefallenen Hälfte eine neue Achse mit Muskeln und Flosse, demnach ein ganz neuer Schwanz, auf der alten Achse aufsitzend, während die obere Hälfte sich ebenfalls ergänzte. Vulpian hält demnach selbst weitere Untersuchungen für nöthig.

Regeneration des Schwanzes der Froschlarven und selbst der Extremitäten bei sehr jungen Larven ist auch von A. Günther (S. R. Owen, anatomy of vertebrates. Vol. I. 1866, p. 567) beobachtet worden, wobei von künstlich erzeugten Doppelbildungen Nichts erwähnt wird.

Sammlungen zum Theil vor sehr langer Zeit Gesehenen, hat inzwischen mein Urtheil gereift und giebt mir, wie ich hoffe, die Berechtigung, auch diese letzte noch übrige Frage aus dem Gebiet der Mehrfachbildungen einer näheren Besprechung zu unterziehen. Ich glaube diese um so eher verantworten zu können, als mir in der That kein Schriftsteller bekannt ist, welcher sich seit J. Geoffroy St. Hilaire mehr als ganz beiläufig und in den allgemeinsten Ausdrücken über die Entstehung und Gesetzmässigkeiten der Triplicitäten ausgesprochen hätte, während Andre sie entweder ganz unerwähnt liessen oder höchstens im System als Titelrubrik der Vollständigkeit wegen aufführten.

J. Geoffroy St. Hilaire widmet den »Monstres triples et prétendus monstres plus que triples« nicht nur einen besonderen Abschnitt in der Lehre von den »zusammengesetzten Missbildungen« (Livre II. Chap. XII), sondern er giebt auch eine bis ins Einzelne fertige und vollständige Theorie derselben, welche sich begreiflicherweise aufs Engste an seine bekannte Theorie der Doppelbildungen anschliesst, aber um so mehr geeignet ist, die Kritik herauszufordern, als das Material hier so unverhältnissmässig viel spärlicher vorliegt und er selbst sich nur auf eine einzige eigene Beobachtung stützen kann. Bei der ausgezeichneten logischen Anordnung und Consequenz in Geoffroy's Systeme ergeben sich keine wesentlich anderen Einwürfe, als diejenigen, welche schon von Andern und auch von mir gegen seine Theorie der Doppelbildungen geltend gemacht worden sind, Einwürfe übrigens, welche gerade im Gebiete der Dreifachbildungen bedeutend an Gewicht gewinnen und, wie ich glaube, dazu beitragen werden, die Grundfrage zum völligen Austrage zu bringen.

Dem schon früher befolgten Verfahren gemäss stelle ich auch hier zunächst die gemachte Beobachtung voraus, welche, wie die früheren, den Schwanz der Froschlarven und zwar bei Pelobates fuscus, und, worauf ich ein besonderes Gewicht lege, die einzige Missbildung betrifft, welche in einer durch Körpergrösse ausgezeichneten, wohlgenährten, im Ganzen aber nicht sehr zahlreichen Brut dieser Species vorkam. Ich begegnete derselben das erstemal am 21. Juli 1867 an einem Orte, den ich früher schon besucht hatte, ohne auf die Bewohnerschaft aufmerksam geworden zu sein. Auch war es mein Sohn, welcher mich zuerst auf die letztere aufmerksam machte, und es bedurfte eines mit der Hand aus dem mit Wassergewächsen stark verwachsenen Graben herausgegriffenen Exemplars, um mich von ihrer Gegenwart zu überzeugen. Das von den gewohnten Erscheinungen Abweichende lag einestheils in der ungewöhnlichen, Alles bisher Gesehene übersteigenden Grösse der Larven, anderntheils in ihrer ebenso

ungewöhnlich dunkeln, bräunlichen, ja dunkelbraunen Hautfarbe, zugleich aber auch in der bei der vorgerückten Jahreszeit sehr fortgeschrittenen Entwicklung der Larven, die zum Theil schon mit vier, grösstentheils aber mit zwei Beinen versehen waren. Ich hatte daher die starken Bewegungen, welche diese Geschöpfe im Wasser bei der Annäherung machten, nicht auf Froschlarven, sondern auf ausgewachsene oder mindestens einjährige Frösche bezogen.

Dieser Wassergraben lag an einem ziemlich hohen Rain unter schattigen Bäumen, war etwa anderthalb Fuss tief, der Boden stark bewachsen, die Bewohner daher sehr geschützt und geeignet sich zu verbergen, eben deshalb ausserordentlich gut genährt. Bei näherer Untersuchung des Darminhalts stellte sich heraus, dass derselbe aus grossen Schlammmassen bestand, welche gleich dem Schlamme, welcher den Boden des Grabens bildete, zahlreiche mikroskopische Pflanzengebilde (aber durchaus keine abgenagte Pflanzentheile) enthielt[1]. Diese Larven waren daher fast reine Pflanzenfresser, woraus sich vielleicht, bei dem relativen Ueberfluss an Nahrung, ihre ungewöhnliche Grösse erklärt. Bei der diesjährigen Kälte und dem fast beständig herrschenden Regen war die sonst vorherrschende mikroskopische Fauna fast ganz ausgeblieben. Eine andere Brut von Pelobates fuscus, welche sich in einem benachbarten, ganz flachen und offenen Graben ohne alle Vegetation und mit reinem Sandboden entwickelt hatte, war in der Entwicklung lange nicht so weit vorgerückt und zeigte die gewöhnliche blass–olivenartige Färbung und eine viel geringere Grösse, so dass ein Ungeübter beiderlei Larven schwerlich für derselben Species angehörige gehalten haben würde. Zweifelte ich doch selbst anfangs, ob ich es hier mit Pelobates fuscus und nicht etwa mit einer irgend wie hierher verschlagenen Brut des südlichen Pelobates cultripes zu thun habe, bis die Beobachtung der weiteren Entwicklungsstufen, der Metamorphose und der damit bei allen Individuen deutlich werdende Geschlechtsunterschied in der Grösse und Färbung, meine Zweifel beseitigte. Dabei muss ich hervorheben, dass diese Unterschiede bei der Riesenbrut ungewöhnlich früh eintraten und die charakteristische Färbung der erwachsenen Thiere, braun und weiss mit rothen Punkten bei den Weibchen, olivenfarbig mit schmutzigerem Weiss bei den Männchen, bei beiden dunkler als beim ausgewachsenen Thier, schon auftrat, ehe die jungen Fröschchen die Schwänze völlig verloren und das Wasser verliessen. Noch ist zu bemerken, dass sich in demselben Graben Larven von Rana esculenta befanden, welche ebenfalls durch

1) S. meine früheren Mittheilungen darüber. Zoolog. Garten. V. 1864. S. 355.

besondere Grösse und dunklere Färbung ausgezeichnet waren, so dass an dem Einflusse der Localität auf diese Verhältnisse nicht weiter zu zweifeln war.

Vom 21. Juli bis Anfang August sammelte ich bei täglichem Besuche in diesem Graben etwa 60 Larven von Pelobates von verschiedenen Entwicklungsstufen, alle der grossen Brut angehörig und durchweg 9,5 bis 10,5 Centim. in der Länge[1]). Nach diesem Zeitpunkte wurde keine mehr wahrgenommen, auch hatten die letzten ihre Entwicklung beinahe vollendet. Es ist zwar möglich, dass einige mir entgangen sind und das Wasser schon früher verlassen haben, da bei allen Bruten einzelne Individuen den andern in der Entwicklung voraus sind, allein es ist mir doch nicht wahrscheinlich, dass Viele in diesem Falle waren, da fast alle von mir aufgefundenen noch vollständige Schwänze hatten und diese Art das Wasser nicht verlässt, bevor die Metamorphose vollendet ist. Andererseits spricht auch die viel weniger vorgeschrittene Entwicklung der benachbarten Bruten, die kühlere Lage des betreffenden Grabens und die herrschende kühle Witterung gegen eine vorschnelle Metamorphose, welche um diese Jahreszeit sonst normal eintritt[2]).

---

1) Die grössten Larven von Rana esculenta, welche mir vorgekommen sind, massen nicht über 7,5, einige Larven von Cultripes provincialis, welche ich der Güte des Herrn Prof. Kölliker verdanke, nicht über 8 Ctm.

2) Eine Anzahl der der Metamorphose nahen Larven behielt ich lebendig bis zum Eintritt des Winters und hatte dabei Gelegenheit zu beobachten, wie die anfangs runde Pupille allmählich in die senkrecht gespaltene Form übergeht, welche Pelobates eigen ist. Dies geschieht nicht plötzlich, sondern allmählich, indem die runde Pupille erst zur Zeit, wo die vorderen Extremitäten anfangen, sich unter der Haut zu bewegen und durch das Athemloch durchzubrechen, eine rhombische Gestalt annimmt, welche dann beim Eingehen des Schwanzes in die spaltförmige übergeht, so dass Pelobates bei der Gestaltung seiner Pupille Formen durchläuft, welche bei anderen einheimischen Batrachiern permanent vorkommen und früher von mir beschrieben worden sind. (S. Würzb. naturwissensch. Zeitschrift. IV. S. 92 ff., 97, 128; III. S. 220.)

Interessant war es auch zu sehen, wie die in Gefangenschaft gehaltenen reifen Larven von Pelobates fuscus sich einzugraben anfingen, sobald sie auf trockene Erde gebracht wurden (s. Bd. III. S. 187), ehe noch die Metamorphose vollendet war, obgleich sie dies im Naturzustande freiwillig nicht thun. Anfangs sassen sie zwar ganz ruhig und platt auf der Erde und machten keine Bewegungen, welche auf Unbehagen oder auf eine bestimmte Absicht, sich ihrer ungewohnten Lage zu entziehen, hinwies. Nur suchten sie allzugreller Beleuchtung stets auszuweichen. Tippte ich sie auf den Kopf, so duckten sie sich einfach nieder und drückten sich fester auf die Erde. Tippte ich von neuem, so begannen sofort Scharrbewegungen mit den Hinterbeinen, um sich in den Erdboden zurückzu-

Am 23. Juli 1867 erhielt ich aus dem beschriebenen Wassergraben die Taf. XI Fig. 1 in natürlicher Grösse mittelst der geometrischen Methode abgebildete, der Metamorphose schon sehr nahe Larve von Pelobates fuscus, welche mir schon im Wasser durch die Breite ihres Schwanzes auffiel und beim Herausnehmen aus dem Schöpfer sofort als Dreifachbildung erkannt wurde. Ihre ungewöhnliche Grösse fällt ins Auge, wenn man sie mit den früher[1]) abgebildeten Larven vergleicht, nähert sich im Längsdurchmesser der ebenfalls schon früher[2]) abgebildeten Larve mit »absolut zu langem Schwanz«, in der Art, dass der Schwanz unserer Dreifachbildung jenen immer noch übertrifft, aber

---

ziehen, was auch in der bekannten spiralig sich drehenden Bewegung des Hinterleibes erfolgte. Wir haben hier einen weiteren Beweis zu den unzähligen anderen, dass die sogenannten »Instincte« der Thiere mit der Organisation angeboren, nicht durch Erfahrung und Unterricht erworben sind, obgleich man den Einfluss der letzteren nicht unterschätzen darf und es gefehlt wäre, den Thieren die Benutzung der Erfahrung Anderer und der eignen abzusprechen. Den sprechendsten Beweis der letzteren liefert die schon früher besprochene Scheuheit der Froschlarven in solchen Wasserbehältern, welche zum Wasserschöpfen benutzt werden oder sonst öfteren Besuchen ausgesetzt sind.

In Bezug auf das Eingehen des Schwanzes beobachtete ich in diesen Fällen einen etwas abweichenden Process. Bekanntlich erfolgt dasselbe nicht durch »Abwerfen« des Schwanzes, was man hie und da noch wohl zu lesen bekömmt, sondern durch eine von der Spitze des Schwanzes gegen dessen Wurzel fortschreitende Atrophie, welche mehrere Tage in Anspruch nimmt und die Thiere sehr angreift, daher sie in dieser Zeit weder fressen noch zunehmen. Bei meinen auf dem Trocknen gehaltenen Fröschchen von Pelobates fuscus bildete sich, als der Schwanz noch etwa 1/2″ lang war, am Steiss eine deutliche Demarcationslinie; der Schwanz entfärbte sich, wurde weich und zerreisslich, die Oberhaut ging leichter herunter (besonders nach kurzem Verweilen in verdünntem Weingeist), ja selbst die Pigmentschicht, welche innig mit der Oberhaut zusammenhängt, aus ramificirten Zellen mit Kernanschwellungen besteht und über der ziemlich einfarbigen Lederhaut liegt, ging verloren. So nutzte sich der Schwanzstumpf förmlich ab und die Ursprungsstelle vernarbte zuletzt wie ein offenes Geschwür. In dieser mechanischen Weise habe ich den Schwanz sonst bei keiner Froschlarve sich zurückbilden sehen, welche sich in ihrem natürlichen Elemente befand, obgleich die Laubfrösche, wie ebenfalls schon früher bemerkt, das Wasser verlassen um am Glase sich anzusetzen, ehe die Metamorphose vollendet ist.

Bemerkt sei hier ferner, dass diese grossen Larven schon deutlich eine Stimme vernehmen liessen, welche, ähnlich der der jungen Tritonen, quäkend, nicht quikend war, wie bei den Kröten.

Endlich begegnete mir auch eine noch ziemlich junge Larve vor dem Durchbruch der vorderen Extremitäten, welche das Athemloch auf der rechten Seite hatte. Es war dies eine der Colossalformen.

1) Würzb. med. Zeitschr. VII. Taf. VI, Fig. 1—8.

2) A. a. O. V. Taf. I. Fig. 5.

durch die Länge des noch nicht metamorphosirten Kieferapparats bei jener viel jüngeren Larve compensirt wird. Eine Vergleichung der Dimensionen der Extremitäten wird am besten auch ohne genauere Prüfung mit dem Maassstabe und Zirkel geeignet sein, den Unterschied der Körpergrösse darzuthun, wobei nicht zu übersehen ist, dass unsere Missbildung ein völlig ausgewachsenes, der Metamorphose nahestehendes Individuum darstellt. Die Färbung war noch die, welche den Larven von Pelobates vor Beginn der Metamorphose eigen ist, nämlich ein dunkles Olivenbraun mit zahlreichen zerstreuten kleinen, dunkeln Flecken. Insbesondere hatten die inselartigen braunen Flecken, mit trennender weisser Bänderung (welche in der Nacken- oder Steissgegend zuerst aufzutreten pflegt[1]) noch nirgends begonnen. Die Involution des Schwanzes hatte noch nicht begonnen, wohl aber verrieth die Gestalt des Kopfes, namentlich die stumpfe Schnauze und die Halbkreisform des Kieferrandes, dass die Umbildung und Reduction des Kiefergerüstes, welche der Involution des Schwanzes vorausgeht, bereits vollbracht war. Die Durchbruchstelle der äusseren Haut auf der rechten Seite war bereits vernarbt und hatte sich, gleich dem Athemloch auf der linken Seite, um den Oberarm fest angelegt, wie ein Hemd ohne Aermel mit engem Armloch, dessen Ränder überall scharf und deutlich wahrnehmbar waren. In Folge des bereits mehrtägigen Fastens hatte sich der Darmcanal schon sehr beträchtlich entleert und der Unterleib auf Dimensionen reducirt, welche dem Typus des erwachsenen Frosches entsprachen, wie es in dieser Entwicklungsperiode Regel ist. Einige Tage früher, vor Beginn der Metamorphose der Kiefer, betrug der Umfang des Leibes gewiss die doppelte Breite des Kopfes. Die Larve bewegte sich im Wasser noch immer, gleich allen geschwänzten Froschlarven, ganz fischartig, ohne die Extremitäten zu benutzen, vermochte aber auf dem Lande ganz gut zu hüpfen und zu rutschen, gleich jungen Fröschchen. Auch Scharrbewegungen würde bei der vollständigen Ausbildung der Messerschwiele die Organisation nicht hinderlich sein, wenn nicht der lange, fleischige Schwanz dem Eingraben widerstünde.

An dem letzteren fiel sogleich die beträchtliche Breite der Schwanzflosse, besonders in der hinteren Hälfte ins Auge, welche am oberen Rande einen starken Bogen bildete und dann rasch gegen die Schwanzspitze hin abfiel, während der untere Rand hier mehrfach ausgeschnitten erschien. An den Achsengebilden war eine solche Unregelmässigkeit

---

1) S. a. a. O. II. Bd. S. 197.

nicht wahrnehmbar, dieselben verliefen vielmehr in gewöhnlicher Form und Ausbildung, sich gegen die Schwanzspitze hin allmählich verjüngend, bis gegen das letzte Fünftheil der Gesammtlänge des Schwanzes. Hier angekommen theilte sich die Chorda in der früher beschriebenen Weise in zwei fast gleich starke Schenkel, welche beide in der Medianebene lagen und von welchen der obere und stärkere in der Flucht der ungetheilten Chorda grade fortging, der untere schwächere aber etwas gewunden erst eine kurze Strecke parallel mit dem oberen nach rückwärts, dann aber schräg nach abwärts und hinten gerichtet war und am unteren Flossenrande mit verjüngter, etwas nach vorn gekrümmter Spitze endete (Fig. 2). Die Musculatur des Achsentheils, welche bis zur Theilungsstelle etwa 24—25 Segmente aufwies, war in dieser Strecke von vollkommener Regelmässigkeit und endete an dieser Stelle nicht, sondern erstreckte sich, mit weiteren deutlichen Muskelabtheilungen noch eine Strecke weit über beide Schenkel, besonders am oberen Schenkel, war aber auf der äusseren Seite derselben viel merklicher ausgesprochen, als auf den inneren zugekehrten Seiten. Auch die Blutgefässe, welche die Chorda begleiteten, setzten sich in normaler Weise auf die äusseren Seiten beider Schenkel fort, während sich ein einfaches starkes Gesäss zwischen beiden Schenkeln im weiteren Verlauf dem oberen Schenkel anschloss.

Erst in einer Entfernung von 5 Millim. von der Schwanzspitze theilte sich der obere Schenkel der Chorda zum zweitenmale und zwar ganz in derselben Weise, wie die Chorda selbst, nämlich in einen oberen Schenkel, welcher die unmittelbare Fortsetzung und das normale Ende der Gesammtchorda repräsentirte, aber durch seinen gewundenen Verlauf (Fig. 2) an die Form der »allzulangen« Chorda erinnerte, und in einen unteren, schwächeren und kürzeren Schenkel, welcher in schräger Richtung nach hinten und abwärts verlaufend so ziemlich auf dem kürzesten Wege den Flossenrand erreichte. Zwischen der ersten und zweiten Theilungsstelle hatte der untere Flossenrand eine lappige Ausbuchtung, von zwei seichten Einschnitten begrenzt, welche nicht Folge von Verletzungen waren, sondern den natürlichen Rand der Schwanzflosse zeigten. In der Pigmentirung, so wie im sonsigen Ansehen war weder an den Achsengebilden noch an der Schwanzflosse jener Unterschied zwischen dem ungetheilten und getheilten Schwanzabschnitte zu entdecken, wie man ihn bei regenerirten Schwänzen

nicht vermisst, und welchen auch A. Günther[1]) erwähnt. Die Missbildung fällt demnach unter die Kategorie des Dichordus medialis und musste etwa als Dichordus medialis triplex bezeichnet werden, wenn man nicht geradezu einen Trichordus medialis aufstellen will. Sie kann nur dadurch entstanden sein, dass die Chorda dorsalis sich bei ihrer ersten Entwicklung nicht einmal, sondern zweimal, d. h. an zwei verschiedenen Stellen verzweigt hat, so dass im Ganzen drei wirkliche Chordaenden, wenn auch von verschiedener Dignität, entstanden sind.

Man wird nicht verkennen, dass schon das Vorkommen einer solchen zweimaligen Theilung der Chorda dem Einwande, dass es sich in diesem Falle um einen Fehler der zweiten Bildung, ein Regenerationsphänomen handele, in viel stärkerem Grade widerstrebt, als der einfache Dichordus. Es wäre gewiss ein sehr besonderer Zufall, wenn sich ein solcher Vorgang bei einer und derselben Froschlarve ganz in derselben Weise kurz nach einander wiederholte, und wenn dieses Individuum das einzige einer ganzen Brut bliebe, welches von einer Regeneration betroffen wird! Hierzu kommt, dass es gerade dieser Brut, wie aus ihrer Körpergrösse hervorgeht, am wenigsten an Nahrung, dem Cannibalismus also der zureichende Grund gefehlt hat. Ich glaube daher vollkommen im Rechte zu sein, wenn ich diesen Fall als eine Missbildung aus inneren Gründen dem echten Dichordus anreihe, in seiner Seltenheit, als Unicum während einer siebenjährigen Beobachtungszeit und unter vielen Tausenden von Froschlarven, als echte Dreifachbildung der Chorda dorsalis anspreche und, insofern es sich um ein Achsengebilde handelt, an die Doppelbildungen der Achsenorgane anschliesse. Ich thue dies um so lieber, als leicht ersichtlich ist, dass auf dem bezeichneten Wege auch eine Vier- und Mehrfachbildung der Chorda dorsalis nicht zu den Unmöglichkeiten gehören und alle Fälle von Mehrfachbildungen unter eine Kategorie und unter ein und dasselbe Gesetz der Entstehung fallen würden.

So ansprechend und einleuchtend übrigens eine solche Ansicht sein mag, so wenig kann ihr die specielle Durchführung mit Bezug auf die bekannten Fälle von Triplicitäten erlassen werden. Ausser J. Geoffroy St. Hilaire ist mir kein Schriftsteller bekannt, der diesen Versuch wirklich gemacht hätte, und es ist daher unerlässlich, auf seine Darstellungsweise hier näher einzugehen.

J. Geoffroy[2]), von der Voraussetzung ausgehend, dass alle höhern

1) A. a. O.

2) A. a. O. p. 6, 233.

Grade von Doppelbildungen durch Verschmelzung zweier vorher getrennter Individuen entstanden sind, und dass demnach »die Dreifachbildungen nur ein Corollar zur Geschichte der Doppelbildungen« bilden können, nimmt sofort an, dass eine Triplicität höheren Grades (mit dreifacher Achsenbildung) durch Verschmelzung dreier Individuen entstehe, eine Vierfachbildung durch vier Individuen u. s. f. Diese fundamentale Bedingung unterscheidet nach ihm die »zusammengesetzten Missbildungen« von den »Hemiterien«, welche letztere in dreifacher Weise, entweder 1) durch Spaltung oder 2) durch übermässige Ausbildung rudimentärer Organe oder 3) durch Bildung überzähliger Organe in einem einfachen Individuum entstehen und meistens von geringerer Bedeutung sind. Das Wesentliche der »zusammengesetzten Monstra« ist nach ihm die Bildung von Organen, welche »nicht in der Organisation des Wesens begründet sind und daher keine überzählige Theile, sondern ein besonderes Individuum bilden«.

Man würde schwerlich begreifen, wie G. zu einer so willkürlichen Unterscheidung kommen konnte, die obendrein eine ungelöste Principienfrage, den Begriff des Individuums, einschliesst, wenn man sich nicht des Entwicklungsganges der französischen Teratologie erinnerte. In dem berühmten Streite zwischen Lémery und Winslow, welcher in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vor der französischen Akademie spielte, bekämpfte Lémery, welcher seines Zeichens nicht Zoologe, sondern Chemiker war, in glänzendster Weise die schon seit Régis Zeit bestehende Lehre von der Bildung abnormer Keime, welche die Lehre von den Missbildungen auf ein transcendentales, ja selbst theologisches Gebiet hinüberschob, aber er konnte nicht verfehlen, seinem Gegner eine schwache Seite darzubieten, als er eine rein mechanische Verwachsung von Zwillingsfrüchten zur Grundlage der Erklärung machen wollte. Die von Winslow entgegengehaltene Gesetzmässigkeit in der Verbindung homologer Organe, welche sich durch die sorgfältigsten anatomischen Untersuchungen bisher als eine ausnahmslose herausgestellt hat, ist der wissenschaftliche Kern der Lehre geworden, trotz der von ihm, keineswegs mit Entschiedenheit, behaupteten originären Entstehung abnormer Keime. Es ist vollkommen begreiflich, dass die namhaftesten Physiologen jener Zeit, A. von Haller an der Spitze, Winslow's Argumente zu stützen suchten und um diesen Preis selbst vor einer Transaction mit der aller Wissenschaft Hohn sprechenden Evolutionstheorie nicht zurückscheuten. Ebenso begreiflich ist auch, dass eine anscheinend so einfache Lehre, wie die Lémery'sche so viele Anhänger herbeizog, welche, ohne sich auf die Kritik der einzelnen Fälle einzulassen, mit einem Worte die Sache zu entscheiden

wünschten. Man begreift vollkommen, wie erwünscht einem grossen Theile des ärztlichen und Laienpublicums die spätere Aufstellung des Affinitätsgesetzes durch den älteren GEOFFROY ST. HILAIRE sein musste, welches, ohne LÉMERY's Ansicht aufzugeben, die WINSLOW'schen Einwürfe, so weit sie von der Anatomie der Doppelbildungen hergenommen waren, anerkannte und in eine theoretische Form brachte, die ohne Berufung auf ein anerkanntes Naturgesetz, einfach den Thatsachen Rechnung trug. In Frankreich scheint man sich in der That allgemein mit LÉMERY's Lehre in Verbindung mit dem GEOFFROY'schen Affinitätsgesetz beruhigt zu haben und hatte dabei den doppelten Vortheil, der mechanischen Naturansicht zu huldigen und zugleich der Kirche die Doppeltaufe der Dicephalen zu ermöglichen, die unter gewissen Umständen nicht zu umgehen war und auch stets unbedenklich vollzogen worden ist. Selbst BONNET, der Begründer der Evolutionstheorie, für welchen also die Lehre von der originären Entstehung abnormer Keime ein Glaubenssatz sein musste, huldigte, nach dem Zeugnisse von J. GEOFFROY ST. HILAIRE, für die Doppelbildungen ausnahmsweise der LÉMERY'schen Theorie und betrachtet sie als verwachsene Zwillinge.

Einem solchen Missbrauch der Autorität gegenüber ist es ausserordentlich wohlthuend, aus der Geschichte der Wissenschaft zu erfahren, dass alle Forscher im Gebiete der Embryologie sich mit einer ausnahmslosen Einstimmigkeit für eine andere Entstehungsweise der Monstren überhaupt und der Doppelbildungen insbesondere bemüht und ausgesprochen haben. Die Spuren dieser Erklärungsversuche gehen viel weiter zurück, als der Streit in der französischen Akademie und die ganze Evolutionstheorie. Klingt es doch wie ein Ausspruch des 19. Jahrhunderts, wenn wir lesen: Morbosas constitutiones, quas naturae ludentis, vel vi morbi aberrantis frequenter in animalium corporibus excitatas miramur, plurimum lucis pro rimanda ejusdem genuina operandi norma et methodo conferre perpetuo credidi, quandam enim materiae necessitatem et determinatam inclinationem demonstrant, quae in compingenda animalium mole elucescit, ita ut monstra ceterique errores facilius et tutius nostram erudiunt insipientiam, quam mirabiles et perpolitae naturae machinae [1]. Dass schon HARVEY, später HALLER und C. F. WOLFF die von J. F. MECKEL in grösster Ausdehnung formulirte Lehre von den Bildungshemmungen geahnt und mehr oder weniger bestimmt sich dazu bekannt haben, hat J. GEOFFROY bereits hervorgehoben. In der deutschen Wissenschaft hat

1) Marcelli Malpighi op. omnia. Lugd. Bat. 1687. II. p. 311.

überhaupt die Evolutionstheorie trotz HALLER's Hinneigung wenig Glück gehabt und C. F. WOLFF's »Theorie von der Generation« kam zu früh, als dass jener ein namhafter Vertreter hätte aufkommen können. Wenn man auch J. F. MECKEL als solchen aufgeführt hat, so braucht man doch nur die lapidarische Definition der Doppelbildungen in seinem Handbuche[1]), ein Jahr nach dem Erscheinen seines grossen Specialwerkes, zu lesen, um überzeugt zu sein, dass ein so gründlicher Beobachter und so scharfer Denker, wie MECKEL, mit völliger Klarheit und Gewissheit die Wahrheit erfasst hatte. »Das Mehrfachwerden ist Vermehrung der Zahl der Theile, welche den organischen Körper bilden, mit regelwidrig vermehrter Masse. Der letztere Zusatz ist nothwendig, um das Mehrfachwerden von der blossen Spaltung zu unterscheiden.« Die gradweisen Verschiedenheiten des Mehrfachwerdens sind nach MECKEL beträchtlich und bilden mehrere Reihen, welche mit der Vermehrung einzelner Theile, z. B. der Finger und Zehen, anfangen und mit der gänzlichen Duplicität des Körpers aufhören. »Diese höheren Grade des Doppeltwerdens kann man als die Vereinigung der Vervielfältigung mehrerer Organe in demselben Körper ansehen, statt dass sich bei den niedrigeren nur einzelne Organe betheiligen.« Höchst selten sei die Zahl einzelner Theile oder des ganzen Körpers, mehr als verdoppelt, und doch sei Alles Mehrfachwerden, auch das höchste, nur Annäherung an diesen Zustand. Es folgt dann die Aufzählung der einzelnen verdoppelt gefundenen Organe unter 8 Rubriken, an welche sich dann »das Mehrfachwerden des ganzen Körpers« ohne eigene Rubrik unmittelbar anschliesst[2]).

Diese Aussprüche von J. F. MECKEL werden für alle Zeiten Geltung behalten und nur darin sind sie nicht ganz auf der Höhe unserer Zeit, dass er, dem damaligen Standpunkte der Entwicklungsgeschichte entsprechend, zu sehr auf das einzelne Organ sah, und die Abhängigkeit der meisten Organe des thierischen Körpers in ihrer Entwicklung von den primären oder Fundamentalorganen des Embryo und der Keimhaut, welche namentlich für die Verdoppelung der Achsengebilde entscheidend ist, nicht näher ins Auge fasste.

MECKEL's Verdienst leuchtet um so heller, als er in einer Zeit, wo die Zeugung des Menschen noch vielfach als ein Vorgang sui generis, ja fast als ein Wunder angestaunt wurde und selbst an Universitäten die aura seminalis, der psychische Einfluss der Zeugenden, ja selbst die Parthenogenesis des Menschen eine Rolle spielte, keinen Unterschied

1) Handbuch der pathologischen Anatomie. Leipzig 1816. II. S. 11.
2) A. a. O. S. 88.

zwischen menschlichen und thierischen Missbildungen machte und seine Lehre für den Menschen speciell aufgestellt hat.

Erst im Jahre 1827, in demselben Jahre, in welchem E. Geoffroy St. Hilaire sein Affinitätsgesetz aufstellte, wurde von C. E. v. Baer das wahre thierische und menschliche Ei entdeckt, und so begreifen wir denn auch, weshalb von da an die Lehre von den angeborenen Missbildungen in Deutschland vorzugsweise eine Frage der anatomischen Technik geblieben ist, während sie anderwärts noch immer eine rein theoretische, selbst speculative Seite behalten hat. So ist es denn auch nur consequent, wenn J. Geoffroy[1]) die Entstehung der Tripelmonstren gleich der der Doppelbildungen durch eine Statistik der Zwillings- und Drillingsgeburten zu stützen suchte. Es standen ihm dazu die Zahlen zu Gebote, welche Dugès den Registern der Maternité in Paris entnommen hat. Dort waren unter 37,441 Geburten, die während etwa 20 Jahren vorkamen, 36,992 einfache, 444 Zwillings- und nur 3 Drillingsgeburten, unter 108,000 Geburten aber keine weitere Mehrgeburt. Geoffroy benutzt diese Zahlen, um die Seltenheit der Doppel- und Dreifachbildungen erklärlich zu machen, obgleich ein solches Verhältniss, wenn man darin eine Prädisposition für Missbildungen sehen wollte, immer noch ein ganz unverhältnissmässiges sein würde. Uebereinstimmend damit und nur in Bezug auf die Häufigkeit der Drillingsgeburten abweichend, sind neuere Angaben. So verzeichnet H. Meckel[2]) unter 11,922,645 Geburten, welche von 1826 bis 1848 in Preussen vorkamen, 141,715 Zwillings-, 1588 Drillings- und 35 Vierlingsgeburten, demnach unter 84 Geburten eine Zwillings-, unter 7514 eine Drillings-, unter 340,607 eine Vierlingsgeburt. Leider sind die Zahlen für die etwa vorgekommenen Mehrfachbildungen nicht mit angegeben, aber wenn man erwägt, dass notorische Fälle von Duplicitäten in jedem Lande nicht nach den Jahrgängen, sondern nach Jahrzehnten und Jahrhunderten gezählt werden müssen, so fällt jeder Grund hinweg, aus der immer noch unverhältnissmässigen Häufigkeit der Mehrgeburten einen Schluss auf die enorme Seltenheit der Mehrfachbildungen ziehen zu wollen. Nimmt man hierzu die schon in meiner früheren Abhandlung[3]) betonte Häufigkeit von ächten Doppelbildungen, namentlich Doppelköpfen, bei niederen Wirbelthieren, welche eine äussere Befruchtung und freie Entwicklung bei völliger Isolirtheit der gleichzeitig gelegten Eier haben, und dass die Zahl der Monstren bei künst-

1) A. a. O. p. 288.
2) J. Müller's Archiv 1850. S. 265.
3) Würzb. med. Zeitschr. V. S. 4.

licher Befruchtung, so wie bei manchen Species, welche sich durch sehr zarte Eihäute auszeichnen, wie der Hecht, am grössten ist, so wird man eher geneigt sein, in Zwillings- und Drillingsgeburten bei höheren Thieren mit getrennten, mehrfachen Eihüllen und complicirten Entwicklungsvorgängen ein Hinderniss, als ein Beförderungsmittel von Mehrfachbildungen zu sehen. In der That ist die Zahl von 497 Doppelbildungen, welche Geoffroy mit dem erstaunlichsten Fleisse für die gesammte Abtheilung der Wirbelthiere gesammelt hat und wovon 198 auf den Menschen kommen, eine erstaunlich geringe, wenn man erwägt, dass dabei die Literatur der ganzen Erde, sowohl wissenschaftliche als laienhafte, für mindestens anderthalb Jahrhunderte benutzt worden ist, wenn gleich die älteren Angaben, so weit sie über das 17. Jahrhundert zurückgehen, ihrer Ungenauigkeit und offenbaren Willkürlichkeit nicht mitgezählt werden konnten. Auch die ältere Literatur stimmt in sofern mit der neueren überein, als die Zahl der aufgeführten Fälle, so ungenau dieselben auch beschrieben und bestimmbar sind, im Ganzen keineswegs grösser ist, als heutzutage, während das Aufsehen, welches solche Vorkommnisse machten, damals eher noch grösser war.

Ein weiterer Gegengrund liegt darin, dass, wie G. [1]) bemerkt, Doppelbildungen bei multiparen Säugethieren keineswegs häufiger sind, als bei uniparen, ja dass das Rind, welches selten Zwillinge bringt, fast eben so viel Doppelmonstren zur Welt bringt, als die Katze und beträchtlich mehr als der Hund. Endlich bemerkt Geoffroy [2]), dass einfache Monstren sehr häufig als Zwillinge geboren werden, auch können alle Individuen einer Mehrgeburt oder auch nur einzelne in gleichem oder verschiedenem Grade verbildet sein Das Verhältniss der Doppelmonstren, welche als Zwillinge geboren werden, zu den einfachen Doppelmonstren sei sogar grösser, als das der Drillings- zu den Zwillingsgeburten.

Alles Weitere, was J. Geoffroy nach der Erledigung der statistischen Frage noch über die Bildungsgesetze der Monstres doubles und triples anführt, passt so vollständig auf unsere neuere Theorie, dass man nirgends veranlasst wird, sich der Verschmelzungstheorie zu erinnern, und dieselbe sich fast wie ein sehr allgemein gehaltener Prolog ausnimmt, den man unbeschadet der Vollständigkeit und Verständlichkeit des ganzen Werkes hinweglassen könnte. Die Lehre von der symmetrischen Bildung der Doppelmonstren, von der Richtung der Achsen und ihrer Eintheilung in Vereinigungs- und Vertebralachsen, die Eintheilung der

1) A. a. O. p. 251.
2) A. a. O. p. 262.

einzelnen Fälle nach dem Grade der Verdoppelung in verschiedene Reihen, welche Uebergänge in allen Abstufungen bilden, so wie die Gesetzmässigkeit in der Lagerung der verdoppelten Organe, insbesondere auch der Eingeweide, und in ihren Beziehungen zu den Achsengebilden, sind Thatsachen, welche die epigenetische oder Entwicklungstheorie eben so nöthig, wenn nicht noch nöthiger braucht, als die Lémery'sche in Verbindung mit dem Geoffroy'schen Affinitätsgesetz. Selbst die Veränderungen, welche man in der Geoffroy'schen Classification vorzunehmen veranlasst war, beruhen weniger auf theoretischen Voraussetzungen, als auf einer genaueren anatomischen Kenntniss, insbesondere der parasitischen und mancher für blosse Vermehrung einzelner Theile gehaltener, in Wirklichkeit auf ursprünglicher Achsenverdoppelung beruhender Fälle, wie z. B. mancher Polymelien und Polygnathen.

Nicht ebenso günstig gestaltet sich dieses Verhältniss bei den »monstres triples et plus que triples«. Hier bereitet das Affinitätsgesetz wirkliche Schwierigkeiten, welche der Entwicklungstheorie nicht zur Last fallen. Es handelt sich vor Allem um die Frage, ob das Gesetz der bilateralen Symmetrie auch durchführbar ist, wenn ein Individuum aus drei Körpern (oder wesentlichen Körpertheilen) zusammengesetzt ist. Wäre die Zahl der beobachteten Fälle eine einigermassen zureichende, so würde man auch hier Anhaltspunkte haben, bei der extremen Seltenheit zuverlässiger Beobachtungen finden wir uns aber hier fast in der Lage, wie die Anatomen zu Lémery's Zeit.

J. Geoffroy [1]) zweifelt nicht, dass das Affinitätsgesetz auch für Dreifachbildungen Geltung habe, allein er nimmt zwei mögliche Fälle an. Entweder verbinden sich drei Individuen durch einen gemeinsamen Mittelpunkt, oder zwei unter einander verbundene Individuen verbinden sich mit einem dritten, d. h. »ein erstes Individuum verbindet sich mit einem zweiten, und das zweite, mittlere, verbindet sich wieder mit einem dritten«. Ein Fall der ersten Art ist Geoffroy nicht bekannt geworden, der zweite Fall stelle eigentlich eine an zwei Punkten wiederholte Doppelbildung dar, »lasse sich also auf die einfachste Weise auf zwei Doppelbildungen zurückführen«. Da die Entwicklung der beiden äussersten Individuen verschieden sein könne, müsse nothwendig in manchen Fällen ein unsymmetrisches Monstrum entstehen; aber es könne sich auch treffen, dass die Entwicklung eine gleichmässige sei und in diesem Falle sei das »monstre triple«

1) A. a. O. p. 18, 236.

offenbar symmetrisch gebildet und durch eine Medianebene in zwei gleiche Hälften zerlegbar.

Einen Fall der letzten Art hat Geoffroy [1]), um nicht von älteren zweifelhaften Fällen zu reden, selbst beobachtet. Ein lebender Hammel zeigte jederseits eines wohlgebildeten Kopfes neben und vor dem Ohr eine unvollkommene, sehr kurze und blos aus einem kleinen Mund und Kiefern bestehende Gesichtsbildung. Nur die accidentellen Unterkiefer waren daran deutlich ausgebildet und mit dem Hauptunterkiefer verschmolzen, dessen Bewegungen sie folgten. Die beiden seitlichen Mundöffnungen waren sehr klein und in jeder nur ein einziger Zahn wahrnehmbar. Da G. das Thier nur lebend sah, konnte er keine genauere anatomische Untersuchung vornehmen, welche namentlich nöthig gewesen wäre, um das Verhältniss der Achsenorgane festzustellen. Der Name »paragnathe«, welchen G. dieser Missbildung beilegt, um sie von den übrigen »polygnathes« zu unterscheiden, präjudicirt um so weniger, als G. [2]) diese ganze Abtheilung nicht zu den eigentlichen »monstres composés« rechnet, sondern als einfache Individuen mit mehrfachem Unterkiefer betrachtet. Jedenfalls werden wir G. für die Mittheilung eines Falles von symmetrischer Tripelbildung, der bis dahin der einzige geblieben ist, sehr dankbar sein müssen.

Alle andere bekannte Fälle von Dreifachbildung sind entschieden unsymmetrisch. So namentlich der berühmte Fall von Reina und Galvagni, welcher zugleich den einzigen unzweifelhaften Fall von menschlicher Triplicität bildet. Hier sassen drei wohlgebildete Köpfe an einem einzigen, sehr breiten Rumpf mit 3 Brustwarzen und den vier gewöhnlichen Extremitäten, zu welchem noch ein fünfter, überzähliger Rückenarm mit doppelter Hand hinzutrat, wie er bei den Geoffroy'schen Derodymes vorkommt. Die 3 Köpfe sassen auf nur 2 Hälsen, oder vielmehr die beiden rechten Köpfe hatten einen gemeinsamen Hals. Luftröhre und Speiseröhre waren nur am Anfange dreifach, weiterhin doppelt; Magen, Leber und Zwölffingerdarm einfach, der Dünndarm doppelt, der Dickdarm, Mastdarm und Geschlechtswerkzeuge einfach, die Niere desgleichen, hufeisenförmig. Es waren 2 Brusthöhlen, 2 Herzen und 2 Lungenpaare vorhanden, die Wirbelsäule bis zum Becken doppelt, das Becken einfach mit Spuren überzähliger Hüftbeine nach hinten. Offenbar fand hier eine zweifache Spaltung der Wirbelsäule, an zwei verschiedenen Stellen, nämlich

1) A. a. O. p. 240.

2) A. a. O. p. 47. An einer späteren Stelle (p. 188) spricht er sich entschiedener aus.

in der Lendengegend des gemeinsamen Rumpfes und in der Halsgegend der rechten Seite statt. Henle [1]) hat daher diesen Fall eine »scheinbare« Triplicität genannt, »da hier weder eine gleichmässige Verschmelzung von 3 Keimen, noch eine gleichmässige Spaltung des einfachen Keimes in 3 stattfand, sondern nur eine fortschreitende Duplicität, indem die rechte obere Hälfte erst nach ihrer Trennung von der linken wieder doppelt zu werden begann«. Diese Bemerkung bezeichnet sehr richtig das sachliche Verhältniss, nichtsdestoweniger ist dieser Fall eine ächte Triplicität und zwar, wie Förster [2]) ihn aufführt, mit Verdreifachung des oberen Körperendes.

J. Geoffroy und Förster reihen ihm den länger bekannten Fall von Bettoli und Fattori [3]) an, wo ein sieben monatlicher Fötus in seiner Bauchhöhle einen sehr unvollständigen Embryo und in einer am Mittelfleisch befindlichen Geschwulst Reste eines zweiten, ebenso unvollkommen entwickelten Fötus trug, welcher letztere sogar ein Darmstück besass. Geoffroy [4]) betrachtet diesen merkwürdigen aber schwierigen Fall als »monstre par inclusion«, Förster [5]) wohl richtiger als Verbindung von Sternopage mit Pygopage. Er würde sich darnach dem Reina- und Galvagni'schen Falle als Parasitenform anschliessen und ebenfalls als ächte Triplicität zu betrachten sein.

Als einziges bisher bekanntes Beispiel einer Verdreifachung der Achsengebilde am hinteren Leibesende würde unsere Froschlarve mit zweimal getheilter Chorda dorsalis anzureihen sein, welche in der einfachsten Form die Bildung eines Tripelmonstrums versinnlicht und zugleich anschaulich macht, warum ein solches wohl in den meisten Fällen ein asymmetrisches sein wird.

Noch anschaulicher sind die Beobachtungen, welche von Lereboullet [6]) in der Classe der Fische gemacht worden sind, da sie über die Entwicklungsgeschichte der Doppel- und Dreifachbildungen Aufschlüsse geben.

Lereboullet, dessen Beobachtungen ich schon früher [7]) gedacht habe, hebt hervor, dass alle diese Monstren aus gewöhnlichen, einfachen Hechteiern hervorgingen, welche weder grösser waren, als andere

---

1) Jahresbericht in J. Müller's Archiv. 1838. VIII.

2) Die Missbildungen des Menschen. Jena 1865. S. 11. Tafelerklärung. Taf. IV. Fig. 11, 12.

3) Schon bei J. Fr. Meckel a. a. O. S. 78 erwähnt.

4) A. a. O. p. 292.

5) A. a. O. S. 11.

6) Comptes rendus. 1855.

7) A. a. O. VII. S. 289.

Hechteier, noch ein doppeltes Keimbläschen besassen; er glaubt vielmehr dass die künstliche Befruchtung und die veränderten Bedingungen der Entwicklung einen wesentlichen Einfluss haben, und bezieht sich auf seine eigene desfallsige Versuche[1]), welche an 20 missgebildete Fötus, darunter Doppelköpfe, Doppelleiber, Doppelschwänze und selbst Parasitenformen in Gestalt eines normalen Leibes mit rudimentärem, in Form eines Tuberkels anhängendem Doppelkörper ergaben. Die erste Entstehung datirte von dem Schlusse des Keimhautwulstes und dem Verschwinden des sogenannten Dotterpfropfes (du bourrelet marginal, qui limite le sac blastodermique, lorsque celui-ci a envahi la presque totalité du vitellus)[2]), sie würde demnach mit der Entstehung der Primitivrinne oder des Primitivstreifens zusammenfallen.

Die erste Beobachtung Lereboullet's[3]) ist vom 19. April 1852. Auf einem seit 48 Stunden befruchteten Hechteie mit einfachem Dotter von gewöhnlicher Grösse und Form, welcher ganz von der Keimhaut umwachsen war und kein Dotterloch mehr erkennen liess, befanden sich 2 Embryonen, die am Schwanzende in dem vierten Theil ihrer Länge vereinigt waren. Der unpaare Schwanz hatte die Länge von 1 Millim. und Hufeisenform, mit der Primitivrinne in der Mitte. Die paarigen Hälften des Vorderleibes gingen in diametraler Richtung auseinander und brückenartig in den hinteren unpaaren Theil über. Am

---

1) A. a. O. p. 946.

2) Von diesem Punkte geht bekanntlich bei Fischen und Amphibien die Bildung der Primitivrinne aus und zwar entspricht das hintere Ende derselben constant der Schlussstelle der Keimhaut, wie ich durch systematisch durchgeführte Beobachtungsreihen in zahlreichen Fällen bei Triton taeniatus, Pelobates fuscus, Bombinator igneus, Hyla arborea, Rana esculenta, Bufo calamita und viridis mich überzeugt habe. Wer sich im Frühjahre die Mühe nimmt, eine Quantität frischgelegten Frosch- oder Krötenlaichs eine Nacht hindurch unter der Loupe oder dem einfachen Mikroskop zu beobachten und einzelne Eier im Auge zu behalten, wird sich leicht davon überzeugen, dass der Primitivwulst (bourrelet marginal, wie Lereboullet ihn nennt) vom Umkreis der Keimhautnarbe ausgeht, wo sich schliesslich nach Verwachsung des weissen Dotters die bildende Thätigkeit concentrirt und nun zu Bildungen aus und in der Keimhaut genöthigt ist. Gewöhnlich sieht man bald zwei Längswülste, wie Cometenschweife, von dem Primitivwulst aus sich in der Keimhaut ausbreiten und darin verlieren, welche nie ganz parallel sind und nicht selten unter einem starken Winkel divergiren, sich aber schliesslich stets am Kopfende wieder vereinigen und so die verhältnissmässig sehr breite, besonders am Kopfende stark ausgebuchtete Primitivrinne einschliessen. Häufig gewahrt man am hinteren Ende noch die nicht ganz geschlossene Keimhautnarbe, die einige Schriftsteller zu der Annahme geführt hat, als bilde sich der After des Thieres zuerst, der erst lange nachher, nach dem vollständigen Schlusse der Primitivrinne, wenn auch in der Nähe jener Stelle, entsteht.

3) A. a. O. p. 854.

folgenden Tag waren die Wirbelabtheilungen der paarigen Theile be-
merklich. Nach 104 Stunden (21. April) hatten sich die Doppelkörp
einander genähert und so weit vereinigt, dass sie nun die gleich
Länge hatten, wie der unpaare Schwanztheil, und einen spitzen Wink
unter einander bildeten. Die Vereinigung war unter Verkürzung un
Fusion der Wirbelabtheilungen zwischen beiden Körpern erfolgt. Ba
hörte die Annäherung auf, jede Hälfte entwickelte sich vollständig unt
Bildung zweier Herzen; am 9. Tag verliess der Doppelembryo das E
und lebte noch 4 Tage.

Im Jahre 1853 sah L. wieder mehrere Monstra in Hechteiern, darunt
auch Doppelköpfe und Parasitenbildungen. In allen Fällen war di
Chorda dorsalis doppelt vorhanden und nahm an der Vereini-
gungsebene keinen Antheil.

Lereboullet [1]) beobachtete ferner, dass in manchen Fällen st
eines einfachen Primitivwulstes ein doppelter oder getheilter Wulst vor-
handen war, von welchen jeder einen Primitivstreifen aussendete un
demnach zwei Primitivrinnen gebildet wurden. Dann entstande
zwei völlig getrennte Embryonen, welche höchstens am Schwanzend
zusammenhingen. In anderen Fällen entstand ein einfacher, breit
Primitivstreifen, der sich vorn in zwei rundliche, gleiche oder ungleich
Lappen endete und zwei parallele Primitivrinnen enthielt, deren jed
Wirbelabtheilungen bildete. Jeder vordere Lappen erzeugte zwe
Augenblasen, die einem Doppelkopfe angehörten, der aber durc
nachträgliche Annäherung und Vereinigung zu einem
einfachen werden kann (15 Mal beobachtet). In noch andere
Fällen bildete sich ein kurzer Wulst, der einen Kopf erzeugte, sich de
Länge nach in Wirbelabtheilungen sonderte und die Form eines halb
offenen Knopflochs hatte. Jede Hälfte enthielt eine Chorda dorsalis, ein
Medullarrohr und Wirbelabtheilungen. Der Rest bildete den Schwanz
War der Kopf kurz, so entstanden auf jeder Körperhälfte zwei Ohr-
bläschen, 2 Brustflossen und ein Herz; war er länger, so entstand ein
einfacher Körper mit zwei Augen, zwei Ohrbläschen und einfachen
Herz; die hinteren, getrennten Körperhälften waren im Oval gestel
mit einfachem oder Doppelschwanz.

Bei Parasitenbildungen trug der Embryo auf der einen Seite (der
rechten) einen kleinen nach hinten gerichteten Wulst, der ein Ohr-
bläschen und ein pulsirendes Herz hatte, während die übrigen Körper-
theile sich in der Entwicklung aufgelöst hatten. Bei vielen durch zu
niedrige Temperatur in der Entwicklung gestörten Eiern entstand kein

1) A. a. O. p. 1028.

Keim, der Keimwulst verdickte sich, wurde ein höckeriger Tuberkel, der sich erhob und verlängerte, Wirbelabtheilungen bildete, aber weder eine Chorda dorsalis, noch Sinnesorgane, noch ein Herz besass.

In einer zweiten Versuchsreihe[1]) bildete der Keimhügel, der gewöhnlich eine dreieckige Form hat, zwei benachbarte Primitivstreifen, jeder derselben eine besondere Primitivrinne und am andern Morgen fand sich ein Embryo mit zwei Köpfen. Bei einem zweiten Eie entstand aus einem einfachen Primitivstreifen mit Doppelfurchen ein Embryo mit zwei ungleichen Köpfen. In einem dritten fand sich neben dem gewöhnlichen dreieckigen Primitivwulst ein kleiner unregelmässiger Höcker, woraus ein Embryo mit normalem Körper und einem Tuberkel zur Seite entstand. Ein viertes Ei bildete im Keimhügel selbst zwei Embryonalkörper mit einfachem Kopf und zwei Schwänzen. Endlich fand LEREBOULLET auch ein Monstrum mit 3 Köpfen, d. h. ein doppelter Embryo war am Hinterleibe verbunden, vorn aber ganz frei; der eine Körper war einfach und normal, der andere hatte 2 Köpfe. Der linke dieser Köpfe war normal gebildet und hatte zwei Augen, der rechte aber hatte nur ein rechtes Auge, während das linke (an der Stelle, wo die beiden Köpfe verbunden waren) fehlte. Das Monstrum befand sich noch am 13. Tage nach der Befruchtung im Ei und hatte zwei Herzen, von denen eines dem Doppelkörper gemeinsam war und an der Theilungsstelle lag, das andere an der Verbindungsstelle der beiden Köpfe. Alle fünf Augen waren pigmentirt. Die weitere Entwicklung ist nicht beschrieben, aber offenbar lag hier REINA und GALVAGNI's Missgeburt in einem Hechtei vor, nur war hier die Asymetrie dadurch vermehrt, dass die beiden Theilungsstellen der Achsenorgane weiter von einander entfernt lagen, die beiden Hauptkörper stärker gespalten und die Doppelköpfe stärker vereinigt waren, was sich bei weiterer Entwicklung vielleicht mehr ausgeglichen hätte.

Ich habe diese noch immer nicht genügend gewürdigten Wahrnehmungen von LEREBOULLET hier ausführlich angeführt, nicht nur weil sie das spärliche Material, was in Bezug auf Dreifachbildungen vorliegt, erheblich vervollständigen, sondern auch, weil sie recht einleuchtend darthun, wie weit von Verschmelzungen und von Wiederuntergang bereits gebildeter Organe bei Mehrfachbildungen überhaupt die Rede sein kann. Die Affinitätstheorie setzt schon fertig gebildete Individuen, beim Menschen also wenigstens Embryonen vom 4.—5. Monate der Schwangerschaft voraus. Alle Beobachtungen weis- [illegible] hin,

1) A. a

dass die Entstehung der Doppelbildungen in eine viel frühere Zeit fällt, wo eine Körperform noch nicht entfernt ausgeprägt, Extremitäten noch gar nicht vorhanden und nur die Primitivorgane der Keimhaut theilweise angelegt sind. Weiter zurückzugreifen, als bis zum Zeitpunkte der Befruchtung, ist zur Erklärung keines einzigen Falles nöthig. Ebenso wenig aber kann die Entstehung der Mehrfachbildungen in eine spätere Periode verlegt werden, als in den Moment der ersten Organanlage selbst. Wenn LEREBOULLET in nicht seltenen Fällen eine theilweise Wiedervereinigung von Doppelkörpern und Doppelköpfen und somit auch ein theilweises Wideruntergehen bereits bestehender Körpertheile wahrnahm, so fand eine solche »Verschmelzung« immer nur in sehr beschränkter Ausdehnung statt, sie ging stets von den vereinigten, unpaaren Theilen aus und hatte demnach etwa eine ähnliche Bedeutung, wie die Verheilung von Hautwunden, welche von den Wundwinkeln ausgehend, sich nach und nach auf die Wundränder erstreckt. In allen Fällen war bei Mehrfachbildungen die theilweise Doppelung das Ursprüngliche und sie wurde durch die nachträgliche Verschmelzung zwar streckenweise aufgehoben und ausgeglichen, nicht aber dadurch hervorgerufen.

Damit die Gesetzmässigkeit der Dreifachbildungen vollständig werde, fehlt nur noch ein Fall, welcher die vollständige Trennung der drei Vertebralachsen aufweist, und auch dieser Fall, obwohl von GEOFFROY für unmöglich gehalten, existirt und zwar in der ausgeprägtesten Weise. Es ist das von GEOFFROY[1]) kurz erwähnte, nach GURLT's Angaben citirte, FRORIEP'sche, jetzt im pathologischen Museum zu Giessen befindliche Tripelmonstrum vom Schaf. Die Körper von drei ausgetragenen Lämmern sind in der Weise mit einander vereinigt, dass zwei derselben einen gemeinschaftlichen Januskopf haben, und mit dem dritten in der Thoraxgegend verbunden sind, so dass ein gemeinsamer Brustkorb, zwei Köpfe, drei Hinterleiber und im Ganzen zwölf vollständige Extremitäten vorhanden sind. Dass allen drei Körpern der Nabel gemeinsam war, ist zwar an dem Skelete nicht nachzuweisen, aber der ganzen Lagerung und Gliederung der Theile nach nicht zu bezweifeln. Sollte eine Vereinigung zweier Chorden an ihrem vorderen Ende im Januskopf stattgefunden haben, so kann diese nur das äusserste Ende derselben betroffen haben, da drei vollständige Wirbelsäulen vorhanden und am Doppelkopfe ein vollständiges und ein unvollständiges Gesicht vorhanden sind. Zwei Achsen sind daher fast parallel, die dritte unter einem sehr spitzen Winkel zugeneigt, was eben die

1) A. a. O. p. 241.

Bildung des Doppelkopfes zur Folge hatte. Offenbar hatten sich auf einer gemeinsamen Keimhaut in einem und demselben Fruchthof drei Chorden und wahrscheinlich auch drei Primitivrinnen gebildet, welche bei weiterer Distanz und vollkommener Parallelität zur Bildung von normalen Drillingen auf einem einzigen Dotter hätten führen können.

In allen diesen Fällen liegt nichts, was den Gesetzen des Wirbelthiertypus widerspräche und zu der Annahme nöthigte, dass Dreifachbildungen und Mehrfachbildungen aus dem Typus ihrer Abtheilung herausträten und sich einem anderen Typus anschlössen, wie man namentlich in früherer Zeit von vielen Doppelbildungen angenommen hat. Auch das Gesetz der bilateralen Symmetrie findet sich modificirt und complicirt, nicht aufgehoben, so wenig als es durch einen asymmetrischen Schädel, ein Becken oder überzählige Extremitäten der Art aufgehoben wird. Jedermann begreift, dass Asymmetrien in dem Maasse häufiger auftreten werden, als die Achsentheilungen sich vervielfältigen und einseitig auftreten. Ein Stück Vereinigungsachse aber lässt sich auch bei Dreifachbildungen so gut nachweisen, als bei Doppelbildungen, so weit nämlich die Achsenorgane einfach sind. Jeder Unterast eines Achsenschenkels hat seine axe d'union für sich, welche dann mit der Vertebralachse desselben zusammenfällt. Diese letztere aber kann sich wieder in zwei Vertebralachsen spalten. Findet die Spaltung auf beiden Seiten, paarig-symmetrisch statt, so kann ein bilateral-symmetrisches Monstrum, etwa eine Vierfachbildung, entstehen, aber auch wenn man nicht an Parasitenbildungen denkt, begreift man, dass die Symmetrie desto weniger gewahrt sein wird, je weiter sich die Unterspaltungen von der primären Vereinigungsachse entfernen. Sind gar drei völlig getrennte Achsenorgane vorhanden, wie in dem Froriep'schen Falle, so wird die definitive Form allein von dem Parallelismus und der Entfernung derselben von eineinander abhängen, wie bei den Doppelbildungen erörtert worden ist.

Es ist auch nicht nöthig, mit J. Geoffroy St. Hilaire[1]) eine mehrfache Vereinigungsachse anzunehmen, von welchen jede zwei Individuen gemeinsam sei, die zusammen ein Doppelmonstrum bilden, denn da sich vom Doppelmonstrum zu Zwillingen auf dem Dotter alle Uebergänge finden und man bei letzteren doch nicht wohl von einer Vereinigungslinie sprechen kann, wird man auch an Dreifach- oder Drillingsbildungen der Art nicht eine Anforderung stellen dürfen, die auf der irrigen Voraussetzung beruht, dass sie aus der Verschmelzung

1) A. a. O. S. 245.

vorher getrennter Individuen entstünden. Die ursprüngliche Stellung der Achsen zu einander, die mögliche Selbstständigkeit aller drei Achsen und die verschiedenen Entwicklungsgrade, welche die Dependenzen der verschiedenen Fundamentalorgane erreichen können, müssen die Mittel zur Erklärung aller etwa vorkommenden Mehrfachbildungen liefern. Man wird dabei nicht übersehen dürfen, dass, wie die Lereboullet'schen Beobachtungen lehren, eine gewisse Neigung in der Entwicklung der thierischen Organe vorhanden ist, vorhandene Störungen auszugleichen und somit aus missbildeten Organanlagen ein relativ normales Wesen herauszubilden, so dass selbst anfängliche höhere Grade später zu niederen Graden herabsinken und selbst vorhandene Verdoppelungen wieder zur Einfachbildung führen können. Aber man würde sehr irren, wenn man in allen Fällen ein planmässiges Streben des Organismus erkennen wollte, die Integrität des Individuums zu retten. Durch jenen schwankenden Entwicklungsgang, welchen wir so oft schon bei der ersten Anlage der organischen Wesen gewahren und welcher sich bei den Doppelbildungen in so frappanter Weise ausspricht, insbesondere durch den Wiederuntergang bereits gebildeter Theile, die Auflösung und das völlige Verschwinden unpaarer und die nachträgliche Vereinigung paarig angelegter Organe, wird keineswegs in allen Fällen der Erhaltung des Gattungscharakters und am wenigsten dem Wohle des Individuums gefröhnt, sondern in allen Fällen ein Zerrbild geliefert, welches, bei aller Gesetzmässigkeit in seinem anatomischen Baue, bekanntlich desto weniger lebensfähig ist, je vollständiger die Vereinigung der beiderseitigen homologen Organe durchgeführt und ausgedehnt ist, ja wir wissen, dass gerade die asymmetrischen Bildungen in diesem Gebiete die grösste Lebensfähigkeit besitzen.

C. B. Reichert [1]) und F. W. Dönitz, in drei unter Reichert's Veranlassung geschriebenen Abhandlungen [2]), sind vor einigen Jahren gelegentlich der genauen Beschreibung mehrerer höchst interessanter Doppelbildungen von Menschen und Thieren, auch der Theorie derselben näher getreten und dabei zu Resultaten gekommen, welche hier nicht unerwähnt bleiben können. Insbesondere hat Reichert bei der Beschreibung dreier Fälle von vollständiger Achsentrennung aus den ersten Tagen der Bebrütung, eines von der Gans und zweier von Hühn-

---

1) Dessen und Dubois Reymond's Archiv. 1864. S. 754.

2) Ebenda, 1865 und 1866. Beschreibung eines Sternopage und eines Kraniopage vom Menschen, eines Di[illegible] vom Kalbe und einer beginnenden Janusbildung vom Hühnchen.

chen, ausgeführt, dass man nicht nur, nach J. Fr. Meckel's Vorgange, jeder bilateralen Hälfte des Wirbelthierleibes das Vermögen zuschreiben müsse, unter Umständen, d. h. bei eintretender Keimspaltung in sehr früher Zeit, zwei vollständige Individuen (und daher bei unvollständiger Spaltung eine Doppelmissgeburt) hervorzubringen, sondern der Wirbelthierleib selbst sei aus der Vereinigung zweier Individuen entstanden zu denken, »welche die ihnen fehlenden Hälften bei der Vereinigung zum Opfer gebracht haben«. Darnach stellt Reichert zwei Kategorien von Doppelmissgeburten auf: 1) solche, die dadurch entstehen, dass an einem befruchteten Eie durch zufällig veranlasste Keimspaltung die Anlagen zweier Individuen auftreten, welche später bei der Entwicklung sich mehr oder weniger vereinigen und in der Berührunglinie gewisse Theile oder Hälften opfern; 2) solche, bei welchen zwei normal in dem bilateralen Wirbelthierkörper sich vereinigende Individuen oder deren Anlagen ihre bei der normalen Vereinigung ausfallenden Hälften mehr oder weniger vollständig ausbilden und dadurch die Entstehung eines Doppelembryo bedingen. Im ersten Falle würde die Vereinigung, im zweiten Falle die Trennung eine unvollständige sein. Mit Rücksicht auf diejenigen Doppelbildungen, welche in diametral entgegengesetzter Richtung verbunden sind, die Geoffroy'schen Cephalopagen, wovon Reichert einen schönen Fall beim Hühnchen beobachtet hat, müssten demgemäss vier virtuelle Individuen angenommen werden, welche Reichert durch Querspaltung des Keimes vor Bildung der ersten Keimhautorgane entstehen lassen und von den durch Längsspaltung, nach der ersten Anlage der Achsentheile, entstandenen bilateralen Doppelbildungen unterschieden haben will.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass diese scharfsinnige Anschauungsweise, insofern sie die Entstehung aller Doppelbildung aus einem einfachen Dotter und auf einer Keimhaut zu Grunde legt, den Erfahrungen der Entwicklungsgeschichte gebührende Rechnung trägt und daher in viel höherem Grade geeignet wäre, zwischen den sich einander entgegenstehenden Theorien zu vermitteln, als die Geoffroy'sche Affinitätstheorie, welcher kein anderes anatomisches oder embryologisches Gesetz zur Seite steht. Die Gründe, aus welchen ich Reichert's Ansicht nicht beitreten kann, sind jedoch folgende:

1) Ausser der Chorda dorsalis, welche von Anfang an stets als unpaares Organ auftritt, und von welcher sich Reste selbst bei den höchsten Thieren zeitlebens erhalten, giebt es kein primitives Organ, welches bei der bilateral-symmetrischen Entwicklung der Wirbelthiere nachweislich zum Opfer gebracht werden könnte. Es liegt daher in der bis zu einem ausserordentlichen Grad der Genauigkeit gediehenen

achtung der ersten Entwicklungsvorgänge kein nöthigender Grund zur Annahme einer ursprünglichen Duplicität des Wirbelthierorganismus.

2) Müssten wohl bei einer solchen Annahme, auch wenn sie nur die Tendenz des Organismus zur Herstellung eines Doppelindividuums ausspräche, das Vorkommen von Doppelbildungen viel häufiger sein, als alle Berichte angeben.

3) Wenn schon J. Geoffroy St. Hilaire[1]) in nothwendiger Consequenz der Verschmelzungstheorie zu der widerstrebenden Annahme geführt wurde, dass alle Doppelbildungen, mit Rücksicht auf den Mangel der in die Vereinigungsebene fallenden Organtheile als Defecte aufzufassen seien, so widerstrebt es noch mehr, eine ähnliche Auffassung auf den normalen Wirbelthierleib ausgedehnt zu sehen, dessen bilaterale Symmetrie in so vielen anatomischen Systemen ein viel innigeres Verhältniss voraussetzt, als das zweier verschmolzener Individuen.

4) Der Mangel der beiden Ohrbläschen auf den einander zugekehrten Seiten des von Reichert beobachteten Dicephalus von der Gans, während die beiden Ohrbläschen der beiden äusseren Seiten deutlich ausgebildet waren, spricht vielmehr für Nichtentwicklung, als für einen bereits eingetretenen Wiederuntergang.

Wenn ich somit bei der gangbaren und auch von A. Förster zuletzt wieder vertretenen Ansicht stehen bleibe, welche die Doppelbildungen als Bildungsexcesse und zwar durch Störung des normalen Wachsthums der primitiven Organe, zunächst als das Maass überschreitende Zellenbildung, auffasst, so glaube ich keineswegs, eine bessere Erklärung der eigentlichen Ursachen zu besitzen, sondern mich nur am nächsten an die bisherigen Resultate der Beobachtung anzuschliessen. Und dies gilt namentlich auch von den bisher beobachteten Dreifachbildungen, welche durch die Reichert'sche Vorstellungsweise in keiner Weise verständlicher werden. Der Werth der letzteren scheint mir wesentlich darin zu beruhen, dass sie in jeder Keimhaut das Material zur Bildung zweier vollständiger Individuen als vorhanden erkennt und somit den Begriff der Doppelbildung noch unter den des Wirbelthieres fallen lässt. Ich stehe jedoch nicht an, meine Ueberzeugung dahin auszusprechen, dass ich auch eine Drei- und Mehrfachbildung auf demselben Boden, ja selbst die Bildung von drei völlig getrennten Achsen, obgleich A. Förster[2]) diese Möglichkeit nicht annimmt, für thatsächlich erwiesen halte.

Ich habe schon in meinen beiden ersten Abhandlungen[3]) betont,

1) A. a. O. p. 7.
2) A. a. O. S. 18.
3) A. a. O. V. S. 30. VII. S. 249.

dass ich nicht die Chorda dorsalis, sondern die Primitivrinne als erstes Fundamentalorgan der Keimhaut betrachte, welches Verdoppelungen unterliegen kann, und ich bin, mit Rücksicht auf die Wahrnehmungen von Lereboullet, gern bereit, die frühesten Anfänge von Mehrfachbildungen auf eine doppelte oder mehrfache Sonderung des Embryonalfleckes (Primitivwulstes, bourrelet marginal nach Lereboullet) zurückzuführen, von welchem aus die Bildung der Primitivrinne oder, wo ein solcher vorausgeht, des Primitivstreifens ihren Anfang nimmt. Man könnte dann noch genauer zwischen Mehrfachbildungen der Chorda dorsalis und solchen der Primitivrinne unterscheiden und letzterer namentlich die vollständigen Verdoppelungen der Achsenorgane zuweisen; allein in den einzelnen Fällen würde es schwer sein, diese Unterscheidung streng durchzuführen. Die Entstehung dieser verschiedenen Primitivorgane liegt in der Zeit zu nahe beisammen, als dass man diese Epochen genau abgränzen könnte, und als scharf abgegrenztes Organ des Embryo ist die Chorda dorsalis in der That das erste, dessen Schicksal ausserdem von dem der Primitivrinne unzertrennlich ist. Sie bedingt den Begriff »Wirbelthier« und die Verdoppelung der Wirbelsäule macht doch das wesentlichste Merkmal aller höheren Grade von Mehrfachbildung aus.

Diese Anschauungsweise führt mich nicht zur Annahme einer Querspaltung des Keimes bei denjenigen höchsten Graden von Verdoppelung, welche sich durch diametral entgegengesetzte Achsenbildung auszeichnen. Von diesen höchsten Graden des Cephalopage zu Winkelstellungen und von diesen zu den Janusbildungen und den Doppelleibern aller Art giebt es alle Uebergänge, zwischen denen es unmöglich ist, eine scharfe Gränze zu ziehen. Der eine der Reichert'schen Fälle vom Hühnchen [1]) versinnlicht durch die beinahe rechtwinklige Stellung der Körperachsen diesen Uebergang in der wünschenswerthesten Weise und man darf nicht übersehen, dass die ursprüngliche Lagerung derselben keineswegs entscheidend für die Stellung der ausgebildeten Doppelleiber ist, sondern, wie die Beobachtungen an Hechteiern lehren, mancher Abänderungen fähig ist, welche die Winkelstellung derselben sowohl vergrössern als verkleinern kann. Die Entwicklung der Extremitäten sowohl als die der Schädelknochen, letztere namentlich bei den Cephalopages, übt hier, worauf ich [2]) schon früher hingewiesen habe, einen merkbaren Einfluss, der auch in einem der von Dönitz [3])

1) A. a. O. Taf. VIII, Fig. 5, 6.
2) A. a. O. Bd. VII, S. 296, 307.
3) A. a. O. 1866. S 84.

mitgetheilten Fälle unverkennbar ist. Dass sich endlich auch, bei anscheinend einfachen oder streckenweise einfachen Achsenorganen bei manchen Doppelbildungen ein vollkommener Parallelismus oder wenigstens Spuren von vollständiger Verdoppelung der Achsenorgane an der Wirbelsäule nachweisen lassen, ist von B. Schultze[1]) bei Säugethieren nachgewiesen und von Lereboullet wiederholt beobachtet worden. Auch der von Reichert beschriebene Dicephalus der Gans besass eine doppelte Primitivrinne und doppelte Chorda dorsalis in ihrem ganzen Verlaufe. Dönitz[2]) geht daher zu weit, wenn er annimmt, dass durch die Querspaltung des Keimes allein zwei vollständige Individuen mit doppelten Primitivorganen entstehen können, und ich kann es nicht billigen, wenn er[3]) zu der Geoffroy'schen Eintheilung der Doppelmonstren in Monstres composés und Hemiterien oder, wie sich Dönitz ausdrückt, in eigentliche, durch Keimspaltung entstandene, Doppelmonstra und in solche, welche durch abnormes Wachsthum einzelner Organe entstehen, zurückkehrt[4]).

Die Bezeichnung »Keimspaltung« dürfte, meiner Ansicht nach, überhaupt zu Missverständnissen führen können, da sie leicht auf einen mechanischen Vorgang in der Keimhaut bezogen werden kann. Ich habe mich früher[5]) darüber geäussert, wie man sich den concreten Vorgang wohl vorstellen könne, und mich gegen die Annahme grober, rein mechanischer äusserer Einwirkungen auf den Keim ausgesprochen, welche in den meisten Fällen wohl eher eine Zerstörung als eine blosse Entwicklungsstörung des Keimes herbeiführen würden. Die von J. Geoffroy[6]) angeführten ärztlichen Erfahrungen über die Ursachen missbildeter menschlicher Früchte sind damit ebenso sehr im Einklange als die vielfältigen Versuche der beiden Geoffroy[7]) und Neuerer über die künstliche Erzeugung missbildeter Embryonen beim Hühnchen. In keinem dieser Versuche wurde eine Doppelbildung erzeugt. Ebensowenig kann der berühmte Valentin'sche Fall auf Vorgänge im Innern eines geschlossenen Hühnereies Anwendung finden.

---

1) Virchow's Archiv. VII. S. 510.

2) A. a. O. S. 91.

3) Ebenda, S. 92, 11.

4) Dass eine Längsspaltung des Keimes nicht nothwendig einen einfachen Nabel bedingt, ist bereits durch den bekannten Fall der Helena-Judith widerlegt, und dass auch Zwillinge auf dem Dotter durch Längsspaltung möglich sind, haben die Fälle von C. F. Wolff und Panum dargethan (S. Bd. VII, S. 285—6).

5) A. a. O. Bd. V, S. 27.

6) A. a. O. p. 383.

7) Ebenda, S. 358.

Offenbar müssen hier Ursachen angenommen werden, welche ihre Wirksamkeit im Bereiche der normalen Entwicklungsvorgänge entfalten können und denselben, statt sie in feindseliger Weise plötzlich zu unterbrechen, vielmehr eine in abnormer Weise verstärkte und localisirte Anregung verleihen. Eine stellenweise vermehrte Zellenanhäufung, ja eine einzige, sich allzurasch theilende Elementarzelle, eine geringe Abweichung in der Vertheilung der primitiven Gefässbahnen, kann hier von viel grösserer Tragweite werden, als die heftigsten Insulte, welche den mütterlichen Körper treffen.

Ich habe schon oben auf eine gewisse Unregelmässigkeit hingewiesen, in welcher die Anlage der ersten Organe der Keimhaut bei manchen Thieren, namentlich bei den Batrachiern, erfolgt. Die Primitivfurche ist bald breiter, bald schmäler, der Dotterpfropf kann bei der Bildung der Primitivwülste vollständig verschwunden oder noch sichtbar sein. Man muss also auch hier, wie ich [1]) bei einer anderen Gelegenheit bemerkt habe, »den organischen Gesetzen der Entwicklung eine gewisse Breite der Manifestation« zugestehen, innerhalb derer sie noch der Norm genügen und welche ohne scharfe Gränze in die Abnormität hinüberführt. Nach meinen Erfahrungen bei Batrachiern befindet sich das hintere Ende der Primitivrinne constant der Schlussstelle der Keimhaut, dem Dotterpfropf gegenüber und ebenso verhält sich die Sache bei den Fischen. Nach den Wahrnehmungen von LEREBOULLET scheint es aber auch vorzukommen, dass das Kopfende dem Keimwulste zunächst liegt und in der That wird die Entstehung eines Cephalopage schwer anders zu erklären sein, als E. D'ALTON [2]) annimmt und schematisch gezeichnet hat. Im Hühnereie steht der Embryo bekanntlich mit seinem Längsdurchmesser vom Anfange der Entwicklung an im Querdurchmesser des Eies (und ebenso in dem ähnlich gestalteten Hundeeie) und doch kann eine Doppelbildung nur zu Stande kommen, wenn eine oder beide Körperachsen von diesem Grundgesetze abweichen. In der That hat C. E. v. BAER [3]) beobachtet, dass sich wenigstens die Pole der Embryonalachse umkehren können.

Man kann sich leicht vorstellen, dass eine Abweichung von der normalen Stellung der Embryonalachse gerade im Momente der ersten Anlage, vielleicht sogar eine solche, die durch äussere Ursachen herbeigeführt ist, zur Bildung von Doppelbildungen disponirt. Allein man

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Gewebe bei den warmblütigen Thieren. Frankfurt a. M. 1863. S. 5.

2) De monstrorum duplicium origine atque evolutione. Halis 1840. p. 12, Fig. 4, 5.

3) Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. I. Theil. S. 12.

wird annehmen müssen, dass sich unter gewissen sehr seltenen Umständen, Embryonalachsen auch in anderen Richtungen, radiär [1]) um den Embryonalfleck herumgestellt, entwickeln können, von deren gegenseitiger Lagerung und Entfernung die Bildung eines Doppelmonstrums oder auch von »Zwillingen auf dem Dotter« resultirt. Vielleicht giebt gerade der Vorgang einer an beschränkter Stelle verstärkten Zellenwucherung, wie sie bei der Bildung des Embryonalfleckes nach völliger Umwachsung des Dotters eintritt, ein begünstigendes Moment ab.

Solche Vorstellungen setzen keineswegs die Annahme eines primär, d. h. schon vor der Befruchtung abnormen Keimes voraus. Sie lassen sich sogar sehr wohl mit der Annahme einer relativ äusseren Ursache vereinbaren. Die notorische Häufigkeit der Doppelbildungen bei künstlich befruchteten Fischeiern, die Beschränkung von Doppelbildungen bei Froschlarven auf einzelne Bruten, verlangt nicht eine grobmechanische Erklärung, sie dürfte vielmehr in viel feineren molecularen Vorgängen, vielleicht unter Betheiligung des männlichen Zeugungsstoffes, begründet sein. Zwar weisen die von J. Geoffroy [2]) gesammelten Erfahrungen über die Erblichkeit der Missbildungen, sowie das Beispiel von Chang und Eng, welche beide eine zahlreiche, normal gebildete Familie erzeugt haben, in der erfreulichsten Weise nach, dass die Neigung dazu keinesfalls eine absolute ist, doch ist eine gewisse Disposition in einzelnen Fällen, wie z. B. bei überzähligen Fingern und Fingergliedern [3]), so wie besonders bei Extremitätenmangel [4]) unzweifelhaft erwiesen.

Das Verhältniss der Fehler erster Bildung zu den Fehlern zweiter Bildung kann hier zu manchen Irrungen, sowohl in der Beobachtung als in der Schlussfolgerung führen, und beiderlei Vorgänge müssen desto schärfer auseinander gehalten und unterschieden werden. Alle bisherigen Beobachtungen, insbesondere die von C. E. v. Baer und H. Müller, über regenerirte Eidechsenschwänze haben dargethan, dass wenigstens in dieser Classe Regenerationsphänomene niemals die anatomische und histologische Ausbildung der Organe der

---

1) Bei keinem Wirbelthier liegt die Primitivrinne vom Anfang, so viel mir bekannt ist, diametral, sondern stets radiär, d. h. sie erstreckt sich nicht über die Mitte des Fruchthofes, sondern von dem Mittelpunkte desselben nach der Peripherie. Ob das Kopf- oder Schwanzende dem Mittelpunkt näher liegt, ist dann noch nicht zu unterscheiden.

2) A. a. O. p. 272.

3) Ebenda, I. p. 495.

4) Ebenda, II. p. 170, I. p. 480.

ersten Bildung darbieten. Dasselbe bestätigen meine Beobachtungen an den regenerirten Schwänzen von Froschlarven, wie ich in meiner letzten Abhandlung[1]) erörtert habe, und die oben angeführte Angabe von A. Günther. Dass sich bei niederen Thieren die Sache überall so verhalte, ist weder wahrscheinlich noch erfahrungsgemäss, vielmehr kann es als ein bereits feststehendes Gesetz angesprochen werden, dass die Regeneration eine desto leichtere und vollkommnere sein wird, je einfacher das Gewebe einerseits und je niedriger stehend das betreffende Thier andererseits ist. An älteren Beobachtungen über Polypen, Würmer und selbst über Weichthiere fehlt es nicht, es wäre aber an der Zeit, dass diese Versuche mit den Hülfsmitteln der neueren Zeit, insbesondere in histologischer Beziehung, wieder aufgenommen würden. Eine reiche Ausbeute von folgenreichen Wahrnehmungen dürfte nicht ausbleiben. Ja selbst die Botaniker haben hier noch eine Aufgabe, da die sogenannte Regeneration im Pflanzenreiche, obgleich anscheinend so ausgiebig, doch in den meisten Fällen nach anderen Principien vor sich zu gehen und mehr ein Nachersatz als Wiederersatz zu sein scheint.

Sehr auffallend und interessant sind besonders die Nachrichten von Regenerationserscheinungen bei Kindern und erwachsenen Menschen, welche kürzlich Ch. Darwin[2]) in seinem grossen Werke gegeben hat. Darwin führt eine Reihe von Fällen auf, in welchen überzählige Finger, welche amputirt worden waren, nicht nur einmal, sondern dreimal wieder erzeugt wurden und ebenso oft von neuem operirt werden mussten, ein Vorkommen, was etwas Erschreckendes hat und an die vergebliche Operation bösartiger Geschwülste erinnert. In einzelnen Fällen vererbte die Missbildung auf die Nachkommen und es liegen selbst Beispiele vor, wo sie sich durch Uebertragung verstärkte. Bei dem Mangel eigener Erfahrungen und dem völligen Schweigen der Handbücher über derartige Erfahrungen, kann ich mir kein Urtheil erlauben, halte aber Darwin's Vermuthung, dass manche Organe einen embryonalen Charakter dauernd bewahren und damit auch ein ungewöhnliches Reproductionsvermögen behalten, für eine sehr beachtenswerthe, welche zu weiterer Untersuchung solcher Fälle auffordern muss.

Was ausser den in bisherigen beschriebenen Fällen von dreifachen oder Drillingsbildungen Zuverlässiges bei den Schriftstellern erwähnt worden ist, ist nicht viel. Als dahingehörigen Fall beschreibt Dareste[3])

1) A. a. O. VII. S. 266 ff.

2) Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Uebers. von V. Carus, 1868. II. S. 19.

3) Comptes rendus. 1865. p. 568.

ein Hühnerei mit doppeltem Fruchthof in einem einfachen Gefässhof, welches in dem einen Fruchthof einen normalen Embryo, in dem anderen einen normalen und einen abnormen Embryo, also Drillinge auf einem Dotter zeigte. Eine Vereinigung zwischen den drei Embryonen fand so wenig statt, als in den zahlreichen, früher[1]) erwähnten Fällen von normalen Zwillingen auf gemeinsamem Dotter.

Der bei Geoffroy[2]) citirte Fall von Mayer, Geburt eines normalen Kindes in Gesellschaft eines Zwillings, der sich als »monstre double par inclusion« erwies, war in Wirklichkeit weder »une naissance triple«, noch ein Tripelmonstrum, sondern Zwillingsgeburt mit einer Doppelbildung. Noch weniger können hier Hühnereier mit mehrfachen, bis 5 Dottern angeführt werden, von welchen wiederholt erzählt wurde.

Zweifelhaft ist ein Fall von dreifacher Extremität bei einer Ente von Meckel, den Geoffroy[3]) anführt, desshalb, weil es vorgekommen ist, dass ein überzähliger Fuss, den eine Ente am Kopf trug, nicht den Charakter eines Flügels, sondern wirklich den eines verkümmerten Fusses trug. Ebenso der von Geoffroy selbst beobachtete Fall von einem Hammel mit drei überzähligen Extremitäten an der rechten Schulter, welcher als parasitische Doppelbildung zu deuten sein dürfte.

Eine dreiköpfige Schlange soll glaubwürdig nach Mitchill[4]) am See Ontario gesehen worden sein.

Nach dieser Erschöpfung der Literatur, so weit sie mir zugängig ist, bleiben mir nur noch einige Worte über die Terminologie der Mehrfachbildungen übrig. Schon J. Geoffroy[5]) verwirft die Bezeichnung »monstra bigemina et trigemina (Zwillings- und Drillingsmissgeburten«), welche einige Autoren gebraucht haben, weil dieselben zu Verwechslungen mit Zwillings- und Drillingsgeburten führen könnten. Ebenso verwirft er das Wort »diplogenesis«, obgleich dasselbe unter Zusatz eines Adjectivs, welches den monströsen Charakter ausdrückte, wohl nicht missverstanden werden dürfte. Triftiger sind offenbar die Gründe, welche neuerdings von Dönitz[6]) gegen die Bezeichnung »Zwillings- und Drillingsmissbildung«[7]) geltend gemacht worden sind, denn, nachdem einmal festgestellt ist, dass jeder Mehrfachbildung ein einfacher Dotter

1) A. a. O. VII. S. 285.
2) A. a. O. p. 221.
3) A. a. O. p. 198.
4) Silliman's Journ. X. 1826. p. 48.
5) A. a. O. p. 11.
6) A. a. O. 1865. S. 126.
7) Reiner Pleonasmus ist »Doppelmissbildung«, wie man hier und da liest.

zu Grunde liegt, ist es erwünscht, »Zwillinge auf dem Dotter« von »Zwillingen auf mehreren Dottern« zu unterscheiden. Dönitz schlägt für erstere die Bezeichnung »Paarling« vor und will das Wort »Zwillinge« für die gewöhnlichen Doppelgeburten im gangbaren Sinne reserviren, wogegen nichts einzuwenden wäre, wenn nicht Dönitz, gleich Reichert, den Wirbelthierleib nicht als bilateral-symmetrischen, sondern als paarig-symmetrischen auffasste, was nach unserer Ansicht wiederum zu Missverständnissen führen könnte. Ausserdem dürften nicht alle Sprachen im Stande sein, beide Ausdrücke entsprechend wiederzugeben.

In praktischer Beziehung hat sich bekanntlich H. Meckel[3]) viele Mühe gegeben, gewöhnliche »Zwillinge« und »Paarlinge« in dem eben erwähnten Sinne (zu welchem letzteren auch nach Reichert alle Doppelbildungen höheren Grades zu rechnen wären) an der Beschaffenheit der Eihäute zu erkennen. Dass die Einfachheit des Mutterkuchens dazu nicht ausreicht, ist allgemein bekannt. Meckel legt daher ein grosses Gewicht auf die Gemeinsamkeit der Eihäute, namentlich des Amnion, so wie auf das gänzliche Fehlen des letzteren. Da er jedoch der Verschmelzungstheorie huldigte, also alle Zwillinge auf zwei Dotter zurückführte und auch die Doppelmonstren aus ursprünglich getrennten Keimen hervorgehen liess, konnte es sich für ihn nur darum handeln, ob Zwillinge aus einem oder aus getrennten Graaf'schen Follikeln stammen. Er führt mehrere Fälle von Doppelgeburten an, bei welchen entweder die Decidua, oder das Chorion oder auch das Amnion einfach und gemeinsam war. In allen Fällen von Zwillingen oder Zwillingsmissbildungen mit gemeinsamen Eihüllen sollen diese ferner gleichen Geschlechts sein, was schon Geoffroy[1]) für die Doppelbildungen behauptet hat und andere Schriftsteller bestätigten.

Die erstere Frage kann nach den nunmehrigen Ermittelungen in dem Sinne, wie sie H. Meckel gestellt hat, kaum noch ein Interesse haben, denn es ist nicht einzusehen, warum sich Zwillinge aus dem Follikel nicht verhalten sollten, wie andere Zwillinge, wie ich[2]) schon früher erörtert habe. Dagegen werden Zwillings- und Mehrfachgeburten mit einfachen Eihäuten, insbesondere mit einfachem oder fehlendem Amnion, immer dem Verdachte unterliegen »Paarlinge« d. h. Zwillinge auf dem Dotter zu sein, Individuen demnach, welche der Gefahr, eine Doppelbildung zu werden, glücklich entronnen sind. Nur das Verhalten der (einfachen oder doppelten) Nabelblase kann hier entscheiden.

---

1) A. a. O. p. 277.
2) A. a. O. VII. S. 274 ff.

In Bezug auf das gleiche Geschlecht von Zwillingen, hat H. MECKEL's statistische Untersuchung ergeben, dass dasselbe bei der Mehrzahl der Zwillingsgeburten zutrifft (d. h. unter 141,715 Zwillingsgeburten befanden sich 90,487 mit gleichem Geschlecht, darunter 47,074 mit zwei Knaben, 43,413 mit zwei Mädchen, aber 51,228 Geburten ungleichen Geschlechts). Unter 719 Drillingsgeburten fand man 384 mal drei Knaben, 335 mal 3 Mädchen, dagegen 875 mal, also in der Mehrzahl ungleiches Geschlecht, nämlich 466 mal 2 Knaben und 1 Mädchen, 409 mal 2 Mädchen und 1 Knaben. Unter 35 Vierlingsgeburten waren 11 mal 4 Knaben, 6 mal 4 Mädchen, dagegen in 24 Fällen ungleiches Geschlecht vorhanden, d. h. 9 mal 2 Knaben und 2 Mädchen, 7 mal 3 Mädchen und 1 Knabe, und 8 mal 3 Knaben und 1 Mädchen. Die Ungleichheit des Geschlechts steigt also mit der Mehrgeburt und es lässt sich daraus weder eine Disposition für die Bildung von Monstren, noch ein Schluss auf den Ursprung der Eier deduciren. Wohl aber lässt sich das stets gleiche Geschlecht von Doppelbildungen für die epigenetische Theorie, nach welcher alle Mehrfachbildungen aus einem Keime ihren Ursprung nehmen, verwerthen.

Schliesslich stelle ich die allgemeinsten Resultate, zu welchen ich gelangt bin, zusammen:

Mehrfachbildungen beruhen auf der unbeschränkten Theilbarkeit des thierischen Organismus, welche derselbe bei den höheren Thieren jedoch nur auf der Stufe der Keimbildung, vom Momente der Befruchtung an bis zur Entstehung der ersten Körperanlagen, in höchstem Grade besitzt und mit der fortschreitenden Differenzirung der Organe immer mehr einbüsst.

Die Ursachen der Mehrfachbildung können nur in solchen Einwirkungen gesucht werden, welche im Stande sind, in dem oben erwähnten Zeitraume den Zellenbildungsprocess in der Keimhaut in abnormer Weise anzuregen und zu stören.

Auch Dreifachbildungen unterliegen den Gesetzen der bilateralen Symmetrie des Wirbelthierleibes, so weit ein gemeinsames Achsenorgan vorhanden ist. Weitere Theilungen führen dagegen meistens zur Asymmetrie, da die getheilte Unterachse für ihre Körperhälfte als Hauptachse zu betrachten ist.

Bei vollständiger Trennung der dreifachen Achsenorgane können je nach der Lagerung und gegenseitigen

Neigung derselben symmetrische oder asymmetrische Mehrfachbildungen entstehen.

Auch die Entstehung von normalen Drillingen auf einem einfachen Dotter ist möglich, wenn auch beim Menschen noch nicht beobachtet.

Offenbach a. M., 3. Juni 1871.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Fig. 1. Larve von Pelobates fuscus mit dreifach getheilter Chorda dorsalis im Schwanzende. Natürliche Grösse.

Fig. 2. Das Schwanzende derselben Larve bei zehnmaliger Vergrösserung, um die dreifache Theilung der Chorda und die Ausbreitung der Muskelsegmente und der Blutgefässe übersehen zu lassen.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Milchdrüsen beim Menschen und bei Wiederkäuern [1].

Von

Dr. med. **Max Huss.**

Mit Tafel XII u. XIII.

Mit vorliegender Untersuchung bezwecke ich eine in den diesen Gegenstand berührenden Arbeiten befindliche Lücke auszufüllen. Wenn auch die Kenntniss der Entwicklung der Milchdrüse des Menschen besonders durch die Untersuchung LANGER's eine ziemlich genaue ist, so blieben doch über manche einzelne Punkte der betreffenden Vorgänge Lücken bestehen und von diesen darf die Bildung der Papille als die bedeutendste bezeichnet werden. Deshalb habe ich ausser den die Entstehung des Drüsengewebes einleitenden Vorgängen vorzüglich die Genese der Papille ins Auge gefasst und diese durchaus nicht so einfach gefunden, als die blosse Beurtheilung des fertigen Zustandes glauben lassen könnte, welch' letzterer bisher allein, wenigstens beim Menschen und einigen Wiederkäuern, durch die mikroskopische Untersuchung genauer bekannt geworden war.

Ausser der Entwicklung der Papille machte ich mir die Vergleichung der beim Menschen beobachteten Vorgänge mit den bei Säugethieren bestehenden zur Aufgabe, zu welcher ich vorwiegend durch die höchst eigenthümliche Thatsache inducirt ward, dass die stets der Papille des Menschen homolog erachtete Zitze wenigstens innerhalb einer Abtheilung der Säugethiere bezüglich der zeitlichen Erscheinung sich ganz verschieden verhält. Während, wie längst bekannt, die Papilla mammae des Menschen ein sehr spät auftretendes Gebilde ist, zeigt

1) Auch als Inauguraldissertation gedruckt.

sich auffallender Weise die Zitze der Wiederkäuer in sehr frühem Fötalstadium. Bringt man hiermit die Thatsache der bedeutenden Verschiedenheit der Zahlenverhältnisse der Ausführungsgänge (ductus galactophori) in Verbindung, so wird daraus einige Berechtigung hervorgehen, dem Grunde jener Verschiedenheit nachzuforschen. Dass sie nicht blos den Menschen und die Wiederkäuer betrifft, ist daraus ersichtlich, dass wenigstens ein Theil der übrigen Säugethiere, z. B. die Carnivoren, durch das Verhalten der Ausführungsgänge zur Papille sich enger an den beim Menschen beobachteten Befund anschliessen. Wenn auch kein Zweifel ist, dass beiderlei Gebilde, einerseits die Papille des Menschen, andererseits die Zitze der Wiederkäuer in ihren functionellen Beziehungen übereinstimmen, somit analoge Organe sind, so bleibt eben doch durch die vorhin angegebene Verschiedenheit beider ein Bedenken an ihrer anatomischen und genetischen Gleichwerthigkeit, d. h. an ihrer Homologie.

I. Mensch.

Sämmtliche diesen Gegenstand berührende Arbeiten betreffen die Milchdrüse selbst, theils nur den Bau derselben, theils auch ihre Entwicklung. Von diesen Arbeiten bedaure ich jene von Astley Cooper [1]) nicht zu Gebote gehabt zu haben.

Meckel [2]) beschreibt die erste Anlage der Milchdrüse als eine bereits im dritten Monat des Fötallebens auftretende in der Mitte eingesenkte Erhabenheit. Diese letztere bestimmt er als das erste Entwicklungsstadium der späteren Papille. Die Zahl der Ausführungsgänge giebt er nach dem Vorgange von Walther, Haller u. a. auf 20 an.

Die ausführlichste Arbeit lieferte Langer [3]) über Bau und Entwicklung der Milchdrüse bei beiden Geschlechtern. In dieser Abhandlung wird jener ersten Erhabenheit die Bedeutung einer embryonalen Papille nicht beigemessen, wie es von Meckel geschah, sondern es wird die ganze Entwicklung der Papille in eine spätere Periode des Lebens verlegt, und ihr Auftreten als bedingt nachgewiesen durch die Anwesenheit eines »linsenförmigen Körpers«, der aus einer körnigen Masse bestehe und in der Mitte seiner Oberfläche eine vertiefte Stelle oder Einsenkung besitze. In Bezug auf die weitere Entwicklung des »linsenförmigen Körpers« giebt Langer an, dass erst bei Embryonen, deren Körperlänge das Maass von 10 Cm. überschreitet, Milchgänge angetroffen

1) Astley Cooper: on the Anatomy of the Breast. London 1840.

2) J. F. Meckel, Handbuch der menschlichen Anatomie. 1820.

3) Denkschriften der Wiener Academie. Bd. III.

werden. Wie sich dieselben aus dem »linsenförmigen Körper« hervorentwickeln, und wie sich der letztere selbst während dieser Vorgänge verhält, giebt LANGER nicht an. Betreffs der späteren Papille wird dann noch angeführt, dass mit dem Verschwinden der Einsenkung und mit der Erhebung der bleibenden Papille sämmtliche Drüsenausführungsgänge einzeln nach aussen münden. Nähere Angaben über diesen Vorgang fehlen.

KÖLLIKER [1]) bestätigt im Wesentlichen die LANGER'sche Untersuchung und weicht in seinem Berichte nur insofern von LANGER ab, dass er das Entwicklungsstadium der Milchdrüse Neugeborner als ein bereits weiter vorgeschrittenes bezeichnet. Es ist ein Verdienst dieses Autors den Nachweis geliefert zu haben, dass diese Drüse wie andere Drüsen der Haut, ein Abkömmling des Stratum Malpighii ist.

Ueber die Anatomie der Milchdrüse, ihre Areola und Papille, ausserdem über die Lage der letzteren am Thorax macht HENLE [2]) ausführliche Mittheilungen, die das von mir betretene Gebiet nicht berühren.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe war es nöthig, die ersten Entwicklungsstadien der Milchdrüsen selbst aufzusuchen, die mit der Bildung jener warzigen, mit einer oberflächlichen Einsenkung versehenen Erhebung einhergehen.

Das früheste, beim Menschen die erste Andeutung einer Entwicklung der Milchdrüse darbietende Stadium, fällt spätestens in jene Zeit des fötalen Lebens, in welcher der Embryo vom Kopf bis zur Gegend des ersten Schwanzwirbels gemessen, eine Länge von noch weniger als 4 Cm. besitzt. Bei einem Fötus von 2,5 Cm. ist noch keine Spur einer äusseren Andeutung an der später durch das Organ ausgezeichneten Stelle vorhanden, während bei einem solchen von 4 Cm. eine solche Andeutung schon für das blosse Auge leicht zu erkennen ist. Ein zwischen diesen beiden angeführten befindliches Stadium stand mir nicht zu Gebote, so dass mir eine genaue Grössenangabe der in dem Stadium der ersten Anlage jener Drüsen befindlichen Embryonen nicht ausführbar war.

In der Gegend der späteren Papille bemerkt man bei Embryonen von 4 Cm. Länge eine Stelle von 1 Mm. Breite, die sich durch grössere Blässe und eine eigenthümliche glänzende Beschaffenheit von ihrer Umgebung unterscheidet. In Mitte der in dieser Art ausgezeichneten Fläche erhebt sich ein Wärzchen von ungefähr 0,5 Mm. Breite und mit einer centralen Einsenkung versehen, welche wie ein feiner Nadelstich sich

1) KÖLLIKER's Entwicklungsgeschichte des Menschen.
2) HENLE's systemat. Anatomie des Menschen. Bd. II.

ausnimmt. Die ganze 1 Mm. breite Fläche entspricht der später von der Papille und Areola eingenommenen Stelle, wie ich nachher anführen werde. Ich will sie als Areolarfläche bezeichnen.

Auf Verticalschnitten (Taf. XII. Fig. 1) sieht man die bereits erfolgte Trennung der beiden durch Stratum Malpighii und Hornschicht dargestellten Schichten der Epidermis, während das Corium nur aus einer einzigen Schicht besteht, welche durch die bekannte embryonale Form des Bindegewebes repräsentirt wird; dieses enthält hier theils rundliche, theils spindelförmige Zellen in spärlicher homogener Intercellularsubstanz. Die Stelle des Wärzchens ist von den angrenzenden Partien der Epidermis durch eine stärkere Anhäufung von Zellen im Stratum Malpighii ausgezeichnet (Taf. XII. Fig. 1). Diese partielle Zellvermehrung entbehrt der scharfen Abgrenzung gegen ihre Umgebung und stellt die erste Anlage der Milchdrüse vor. Von anderen ähnlichen Wucherungen der Epidermis, wie sie zur Bildung von Schweissdrüsen und Haaren führen, ist an keiner der übrigen Stellen des Objectes etwas zu bemerken, wie denn auch nach Ausweis zahlreicher Präparate von Verticalschnitten wenigstens in der nächsten Umgebung der als Anlage der Areola mammae bezeichneten Fläche noch keine solchen Organe angelegt erscheinen.

Bei Embryonen von 6—7 Cm. tritt die äusserlich als leichte Vorragung sich kundgebende Stelle der Drüsenanlage viel deutlicher hervor, und unterscheidet sich schärfer vom benachbarten Stratum Malpighii, als im vorigen Stadium. Andere Abkömmlinge der malpighischen Schicht sind auch hier noch nicht in der Nachbarschaft zu sehen. Die Drüsenanlage misst in diesem Stadium ihrer Entwicklung 0,165 Mm. Höhe und 0,390 Mm. Breite.

Die Stelle der Drüsenanlage eines weiblichen Embryo von 10 Cm. Länge ist 1,5 Mm. breit. Die Erhebung selbst hat 0,5 Mm. Breite und die auf ihr befindliche Einsenkung ist umfänglicher als bisher (Taf. XII. Fig. 2).

Auf mikroskopischen Objecten sieht man weitere Fortschritte in der Entwicklung der bezüglichen Theile des Integumentes. Die spindelförmigen und rundlichen Zellen des Coriums sind in ein Stroma von zart gefaserter Intercellularsubstanz eingelagert (Taf. XII. Fig. 2). Der embryonale Zustand des Bindegewebes der Cutis hat also in den späteren überzugehen begonnen. Vom Stratum Malpighii erstreckt sich eine ansehnliche Menge von flaschen- und zapfenförmigen Zellenwucherungen in die Cutis hinab. Diese Abkömmlinge der malpighischen Schichte der Epidermis verschonen die Stelle, welche in ihrer Mitte die Erhebung mit der Einsenkung trägt, vollständig, wodurch diese Stelle vom übrigen Integumente differenzirt erscheint. Die von

einer mächtigen Zellenanhäufung gebildete Drüsenanlage unterscheidet sich durch ihre Gestalt von den Anlagen der Haare oder Schweissdrüsen, indem sie nicht, wie letztere, flaschenförmig erscheint, sondern die Gestalt eines kurzen, ebenso langen, als breiten Kolbens darbietet. Die ganze Zellenwucherung hat im Vergleich zum vorigen Stadium an Umfang bedeutend gewonnen und ist bis an das benachbarte Stratum Malpighii hinauf von einer Lage Coriumgewebe umgeben, dessen zellige und faserige Formelemente daselbst eine dichtere Anordnung zeigen, als in den übrigen Cutispartien. Die Drüsenanlage misst in der Höhe 0,357 Mm. und in der Breite 0,450 Mm.

Bei Embryonen von 14,2 Cm. Länge ist die vorhin beschriebene Stelle mit ihrer warzigen Erhebung 4 Mm. breit und bietet im Wesentlichen denselben Befund, wie diejenige des vorigen Stadiums. Die Erhebung ist nur um ein Geringeres breiter, dabei aber eher etwas flacher geworden, ihre Einsenkung dagegen erscheint verhältnissmässig grösser, als im letzten Stadium (Taf. XIII. Fig. 3).

Verticalschnitte durch das Object lassen die bisher noch ganz einfache rundliche Epithelwucherung in einer etwas weiter vorgerückten Entwicklungsperiode erkennen. Die Knospung der Drüsenanlage steht hier in ihrem ersten Beginn. Mehrere kurzkolbige Knospen ragen von der ursprünglichen Zellwucherung schräg abwärts in das Corium. Die Zellenformation ist dieselbe, wie im vorigen Stadium. Das ganze Organ, nämlich der centrale, schon früher gebildete Körper, wie die von ihm in das Corium gesprossten Fortsätze bestehen aus runden und polygonalen Zellen mit rundlichen Kernen. Die innersten Zellen sind durch bedeutendere Grösse unterschieden und durch sehr deutliche scharfe Contouren ausgezeichnet. Nach aussen werden sie allmählich kleiner. Die äusserste an das Corium grenzende Zellenlage ist ein langgestrecktes Cylinderepithel mit länglichen Kernen (Taf. I. Fig. 3). Diese Schicht setzt sich zwar in die tiefste Zellenlage des Stratum Malpighii der benachbarten Cutis fort, ohne dass jedoch dort die Zellen schon deutlich cylindrisch gestaltet wären. Die Kerne beider Zellenarten besitzen einen körnigen Inhalt.

Die ganze Drüsenanlage misst in der Höhe 0,335 Mm. und in der Breite 0,436 Mm. Die Grösse der Knospen beträgt in der Länge 0,120 Mm. und in der Breite 0,090 Mm.

Bei einem Embryo von 18 Cm. Länge ist die durch den Mangel von Haaren ausgezeichnete Areolarfläche über 4 Mm. breit, die Erhebung von derselben Gestalt, wie im vorigen Stadium. Die Einsenkung hat sich im horizontalen Durchmesser erweitert, in verticalen dagegen eher etwas abgeflacht. Die jetzt durch die Epidermis hindurch getretenen

Wollhaare tragen nicht wenig dazu bei, die haarlose Areolarfläche von dem benachbarten Integument abgegrenzt erscheinen zu lassen. Das histologische Verhalten der Drüsenanlage hat sehr viel Uebereinstimmendes mit demjenigen des zuletzt erwähnten Embryo. Die kolbigen Knospen haben ihre Gestalt etwas verändert und erscheinen in Form von länger gestreckten schlauchartigen Fortsätzen der ursprünglichen Drüsenanlage. Diese Schläuche sind aber noch einfach ohne irgend welche Andeutung von secundärer Knospung. Die Grösseverhältnisse der Erhebung und der Einsenkung stimmen mit dem makroskopischen Befunde überein. Die ursprüngliche Drüsenanlage selbst besitzt eine Höhe von 0,150 Mm. und eine Breite von 0,420 Mm. Die zu Schläuchen verlängerten Knospen haben eine Länge von 0,900 Mm. und eine Breite von 0,075 Mm.

Bei Embryonen von 29 Cm. Länge besitzt die Areolarfläche einen Durchmesser von 5 Mm. Die bis jetzt immer noch deutlich gewesene Erhebung hat sich fast ganz abgeflacht, die Einsenkung hat in ihrem horizontalen Durchmesser noch mehr zugenommen. Die ursprüngliche am Stratum Malpighii dieser Stelle aufgetretene Zellvermehrung, welche die erste Anlage der Drüsen bildet, besteht noch in ziemlichem Umfange. Die im vorigen Stadium noch einfachen, aber schlauchartig verlängerten ersten Knospen dieser Drüsenanlage sind dagegen in ein weiteres Stadium der Differenzirung getreten. Ihre einfache Gestalt ist durch die Entwicklung einer zweiten Knospengeneration modificirt worden, deren Glieder von kolbiger Form in einer Anzahl von 4—5 an den verlängerten Schläuchen sitzen (Taf. XIII. Fig. 4). Die Glieder der ersten Knospengeneration gestalten sich von jetzt an nach und nach immer mehr und mehr zu Ausführungsgängen, indem sie in gestreckter Form die zu Drüsenläppchen umgestalteten secundären Knospen tragen. Beide Knospengenerationen zeigen dieselben histologischen Verhältnisse wie die Drüsenanlage des Embryo von 14,2 Cm. Länge.

Dieses Stadium stimmt bezüglich der Entwicklung der Drüsenschläuche ungefähr mit demjenigen Stadium überein, in welchem Langer die Rosettenbildung der Drüsenanlagen beobachtete. Es ist mir nicht gelungen, ein der Langer'schen Rosette ähnliches Bild der ganzen fötalen Milchdrüse zu erhalten. Bei allen untersuchten Exemplaren divergirten die Drüsenschläuche während ihres Verlaufes nach abwärts in die Cutis so wenig, dass es in Bezug auf die Richtung der Drüsenschläuche nicht möglich war, eine Uebereinstimmung mit der Langer'schen Darstellung wahrzunehmen. Ausserdem fand ich die ursprüngliche Drüsenanlage, Langer's »linsenförmigen Körper« bei keinem der Embryonen, die dieses Stadium der Rosettenbildung aufweisen sollen, in

der Art geschwunden, wie es nach Fig. 1 der Langer'schen Abhandlung scheinen muss.

Bezüglich der Grössenverhältnisse der ganzen wie der einzelnen Theile kann ich folgende Maasse anführen: die ursprüngliche Drüsenanlage hat hier noch eine Höhe von 0,180 Mm. und eine Breite von 0,300 Mm. Die schlauchartigen Verlängerungen der ersten Knospungen haben eine Länge von 0,900 Mm. und eine Breite von 0,075 Mm. Die Glieder der zweiten Knospengeneration haben eine Länge von 0,120 Mm. und eine Breite von 0,075 Mm.

Da jetzt die Bedeutung der ersten in Gestalt einer Verdickung des Stratum Malpighii aufgetretenen Anlage als eine Stelle sich bemerkbar gemacht hat, von der aus nicht etwa eine einzige Drüse, sondern eine Summe von solchen in der Cutis wucherte, so will ich diese Stelle als Drüsenfeld unterscheiden. Das Drüsenfeld nimmt die Mitte der Areolarfläche ein; von seinem mit einer Epidermiswucherung bedecktem Boden treten, wie vorhin beschrieben, die Anlagen mehrfacher Drüsen in die Lederhaut. Dass von einer Papille noch keine Rede sein kann, ist selbstverständlich.

Im Verfolge dieser Anlage der Milchdrüse in spätere Stadien, finden wir fernere Veränderungen sowohl bezüglich der Drüsen als bezüglich der Areolarflächen. Die Areolarfläche eines Embryo von 32,5 Cm. Länge misst 5 Mm. Breite. Die vormalige Erhebung ist jetzt ganz verschwunden, aber die ihrer Umgebung entsprechende Partie der Areolarfläche zeigt sich jetzt erhaben und bildet um die peripherisch bedeutend vergrösserte Einsenkung herum einen förmlichen Wall (Taf. XIII. Fig. 5 W). Die Einsenkung besitzt nach der Untersuchung von Verticalschnitten eine Napfform, deren wallartige erhabene Umgebung dieselben Gewebselemente aufweist, wie die übrigen um sie herum liegenden Hautpartien. Folglich hat diese Erhebung auf der Areolarfläche nichts zu schaffen mit jener ursprünglichen Erhebung, die zwar auch eine Einsenkung in ihrer Mitte trug, aber allein durch die Epidermis gebildet ward und das Drüsenfeld unmittelbar unter sich liegen hatte (Figg. 1. 2 *t*). Das Drüsenfeld des jetzt vorliegenden Stadiums ist dagegen nur noch im Bereiche der Einsenkung zu suchen. Die embryonalen aus der ersten Knospung entstandenen Ausführungsgänge durchsetzen in ziemlicher Anzahl das Stratum Malpighii und reichen mit ihren Verzweigungen bis in die obersten Schichten des Unterhautbindegewebes hinab. Die Ausführungsgänge stehen in diesem Stadium mit der Oberfläche der Einsenkung in Zusammenhang, nachdem die im vorigen Stadium (Taf. XIII. Fig. 4) noch vorhandene mächtige Schicht der primitiven Epidermisvermehrung (Langer's »linsenförmiger Körper«) verschwunden

oder vielmehr mit der Ausdehnung der Fläche in eine dünne Epidermislage übergegangen ist. Das Lumen der Ausführgänge ist noch dicht mit Zellen angefüllt, ebenso wie auch die Läppchen sich vollkommen solid zeigen.

Die an den zuerst entstandenen Schläuchen gebildeten Knospen, die ich vorhin als Drüsenläppchen bezeichnet habe, gehen ganz nach Art der Differenzirung anderer gelappter Drüsen weitere Veränderungen ein. Es entstehen an ihnen seitliche Ausbuchtungen, die sich allmählich deutlicher abheben und zu ferneren Läppchen gestalten, welche nunmehr den aus den Läppchen entstandenen Ausführgang besetzen. Wie die ersten Knospen, welche das Organ bildete, allmählich in Ausführungsgänge übergingen, so wandeln sich also auch die an den letzteren entstandenen Knospen mit dem Auftreten neuer Wucherungen in Ausführungsgänge um. Mit anderen Worten, der Ausführungsgang verzweigt sich nach den mit ihm in Verbindung stehenden, durch Knospen sich sondernden Läppchen.

Aus der Vergleichung des Drüsenfeldes dieser Entwicklungsstufe mit demjenigen der vorhergehenden stellen sich wichtige Vorgänge für die Entwicklung der Papille heraus. An die Stelle der ursprünglichen, das Drüsenfeld repräsentirenden Erhebung, die wir als ein Epidermoidalgebilde kennen lernten, ist eine Vertiefung getreten, welche durch allmähliche Erweiterung der ursprünglichen centralen Vertiefung (Taf. XIII Fig. 1, 2 *E*) entstand. Das Drüsenfeld wird durch den Boden einer napfförmigen Einsenkung *E* vorgestellt. Diese besitzt eine wallartige Umgebung *W*, an der auch das Corium Theil nimmt, so dass man wieder ein ähnliches Bild vor sich hat, wie es die ursprüngliche Erhebung mit ihrer Einsenkung lieferte, welche beide wir aber nur durch die Epidermis kennen gelernt haben. Das ursprüngliche Epithelwärzchen verdankt seinen Untergang der allmählich über eine grössere Fläche sich ausdehnenden d. h. sich peripherisch vergrössernden Einsenkung, die in dem Maasse vorschreitet, dass die anfänglich über dem Niveau der Hautoberfläche gelegenen Zellen unter das Niveau derselben gelangen. Während also das Drüsenfeld ursprünglich das Niveau der Hautoberfläche zum Theil überragte und nur eine kleine Einsenkung trug, so liegt es jetzt mit seiner fast in ganzer Ausdehnung vertieften Oberfläche unter dem Niveau der Haut. Die Umgebung des ursprünglich erhabenen Drüsenfeldes war eben, während die des letzten Stadiums mit der stark vergrösserten Einsenkung einen wirklichen Wall um die letztere herum bildet. Spätere Entwicklungsstadien werden zeigen, wie sich das vertiefte Drüsenfeld in dieser seiner letztgeschilderten Gestalt einerseits, und der dasselbe umgebende Hautwall andererseits beim Aufbau der

bleibenden Papille verhalten. Die Einsenkung hat hier die der Aufnahme der Ausmündungen sämmtlicher Ausführungsgänge entsprechende Dimension genommen, und ihre Erweiterung stimmt mit der Zahl der vom Boden des Drüsenfeldes aus entstandenen Drüsen. Ein Theil der Ausführungsgänge durchbohrt den Grund, ein anderer die Seitenwandungen der Einsenkung. Die letztere stellt also einen gemeinsamen Raum dar, in dem sämmtliche Ausführungsgänge der embryonalen Milchdrüse münden oder mit anderen Worten: **Die Einsenkung des Drüsenfeldes in ihrer jetzigen Gestalt bildet einen einzigen sehr weiten gemeinsamen Ausführungsgang der Milchdrüse.**

Man würde irre gehen, wenn man diese anatomischen Verhältnisse der Einsenkung des Drüsenfeldes gerade nur Embryonen von der oben angegebenen Grösse zuschreiben wollte, denn hat man Gelegenheit, die makroskopischen Verhältnisse bei Mädchen und Knaben zu beobachten, so zeigt sich, dass besonders bei Knaben zuweilen im 12. Jahre noch keine Papille sich entwickelt hat, sondern dass an ihrer Stelle immer noch eine Einsenkung besteht, oft von spaltähnlicher Gestalt, die einem solchen einzigen Ausführungsgange der Milchdrüse entspricht. Meckel beobachtete diese vertiefte Form des Drüsenfeldes sogar noch bei einem Knaben von 15 Jahren; er fand in diesem Falle anstatt einer Papille nur eine spaltförmige Vertiefung in der Mitte der Areolarfläche. Das für Embryonen geschilderte Stadium kann also noch weit ins jugendliche Alter hinein fortbestehen, und repräsentirt damit eine Bildungshemmung.

Im regelmässigen Verlaufe der Weiterentwicklung geht jenes Stadium rascher vorüber. Bei einem weiblichen Embryo von 33 Cm. Länge ist die Areolarfläche kaum über 6 Mm. breit. Die Einsenkung des Drüsenfeldes erscheint schon dem blossen Auge etwas geringer, dagegen verhält sich die erhabene Umgebung wie im vorigen Stadium. Ein Verticalschnitt durch die tiefste Stelle der Einsenkung liefert ein Präparat, welches sich bezüglich der Entwicklung der Drüsensubstanz von Präparaten vorhergehender Stadien kaum unterscheidet. Die zu Ausführungsgängen der Drüse gewordenen Schläuche tragen an ihrem unteren Ende in doldenförmiger Anordnung eine Anzahl von secundären Ausführungsgängen, die mit Drüsenläppchen besetzt sind (Taf. XIII Fig. 6 *DL*). Das wichtigste an diesem Stadium ist die Veränderung, welche die Einsenkung bezüglich ihres Raumverhältnisses erfahren hat. Schon dem blossen Auge erschien sie von geringerer Ausdehnung. Vergleicht man nun mikroskopische Objecte mit denjenigen des vorigen Stadiums, so tritt der Unterschied in der Weite und Tiefe der Einsenkung schon ziemlich stark hervor. Die Mündungen der Aus-

führungsgänge liegen bereits um ein Beträchtliches näher an der Hautoberfläche, als vorher. Es hat sich demnach der Grund der Einsenkung, also die in den vorigen Stadien vertiefte Oberfläche des Drüsenfeldes merklich gehoben. Dieser Vorgang ist von einer vermehrten Zellproduction im Stratum Malpighii des Bodens der Einsenkung begleitet, doch will ich damit nicht behaupten, dass hierin der einzige Factor der Minderung der Vertiefung zu suchen sei. Die Ausführungsgänge der Drüsen haben eine Länge von 0,451—0,975 Mm. und eine Breite von 0,030 Mm. Die Zweige der Ausführungsgänge besitzen eine Länge von 0,057 Mm. und eine Breite von 0,015 Mm. Die rundlichen Drüsenläppchen haben eine Länge von 0,045 Mm. und eine Breite von 0,045 Mm.

Nach dieser Darstellung meiner an Embryonen vorgenommenen Untersuchung wende ich mich zur Mittheilung der bei Neugeborenen gefundenen Verhältnisse.

Das Drüsenfeld eines weiblichen Neugeborenen ist immer noch etwas vertieft, und seine Umgebung in ähnlicher Weise erhaben, wie im vorigen Stadium. Die ganze Areolarfläche ist etwas höher, als ihre Umgebung. Sie bildet eine flache Hervorragung, deren Rand die mittlere das Drüsenfeld vorstellende schwache Vertiefung als eine leichte Erhebung (Taf. XIII. Fig. 7 *CW*) umzieht. Um die Areolarfläche herum liegt ein Kranz kleiner Erhabenheiten, welche den Ausmündestellen der bei Erwachsenen an dieser Stelle bekannten Talgdrüsen entsprechen. Man sieht also auch bei Neugebornen nur eine der späteren Papille und der Areola entsprechende Stelle, während von der Papille selbst noch keine Spur besteht. Dabei ist die Entwicklung der Drüsen innerhalb der Cutis weiter vorgeschritten. Die Ausführungsgänge sind viel länger und stärker, als vorher. Das obere Ende jedes Ausführungsganges ist vor seiner Ausmündung in die Einsenkung ampullenförmig erweitert (s. die Figur), und die die Einsenkung auskleidende Hornschicht setzt sich eine Strecke weit in das Lumen jedes Ausführungsganges fort, sowie auch die tiefste aus Cylinderzellen bestehende malpighi'sche Schichte in die Ampullen verfolgt werden kann. Die Wandungen der Ausführungsgänge tragen in ihrer übrigen Ausdehnung ein Epithel aus langen Cylinderzellen. Das Verhältniss der Ausführungsgänge zur Einsenkung hat sich etwas anders gestaltet, denn während im vorigen Stadium sämmtliche in die Einsenkung des Drüsenfeldes ausmündeten, sehen wir hier schon einige Ausführungsgänge die freie Oberfläche der Haut, resp. der Areolarfläche erreichen. Es hat somit eine weiter vorgeschrittene Erhebung des Drüsenfeldes stattgefunden, durch welche der peripherische Theil desselben in das Hautniveau tritt. Auf gut-

geführten Horizontalschnitten durch das Organ lässt sich dieses schon durch senkrechte Schnitte nachweisbare Verhalten genauer controliren. Man bekommt nämlich neben den von der Hornschicht ausgekleideten Durchschnittsbildern der Einsenkung noch die mit Cylinderepithel ausgekleideten Durchschnittsbilder der Lumina derjenigen Ausführungsgänge zu sehen, die bereits ausserhalb des Bereiches der theilweise noch bestehenden Einsenkung liegen. Die Ausführungsgänge messen nahe ihrer Ausmündung in der Breite 0,075 Mm.

Die nächsten Zweige besitzen nahe ihrem Abgange gemessen eine Breite von 0,045 Mm. Die den Drüsenläppchen entsprechenden Bildungen haben eine Breite von 0,030 Mm.

Das Drüsenfeld eines Mädchens von $2^1/_2$ Monaten ist nicht mehr vertieft, sondern liegt in gleichem Niveau mit seiner in ähnlicher Weise wie beim Neugebornen erhabenen Umgebung (Taf. XIII Fig. 8). Die ganze Areolarfläche misst 9 Mm. in der Breite, ist stark gerunzelt und mit unregelmässigen Vertiefungen durchzogen. Der frühere Umfang der Einsenkung ist durch eine seichte ringförmige, das Drüsenfeld von seiner Umgebung trennende Vertiefung noch erkennbar. Dieses bis zum Niveau der übrigen Areolarfläche erhobene Drüsenfeld stellt sich als eine runde Fläche von 2 Mm. Breite dar und giebt sich in seiner Bedeutung noch deutlicher zu erkennen, wenn man das die Areolarfläche tragende, mit Karminlösung imprägnirte Hautstück mit der Loupe betrachtet. Die durch den Karmin rothgefärbten Lumina der Ausführungsgänge treten deutlich hervor, während die ganze Umgebung der fraglichen Fläche nichts Derartiges aufweist. Damit ist die erste Stufe der Entwicklung der Papille gegeben, da erst von jetzt an, nach völligem Verschwinden der früheren Einsenkung, eine Erhebung über das Niveau der Cutis stattfinden kann. Diese Erhebung wächst im weiteren Verlauf der Papillenbildung.

Die letzte Stufe der Entwicklung der Papille beobachtete ich an einem Object, welches einem $2^1/_2$ Jahre alten Mädchen entnommen wurde. Die ganze Areolarfläche misst 9 Mm. Breite und bildet eine Erhabenheit, auf deren Höhe die 2 Mm. lange Papille hervortritt. Auf Verticalschnitten (Taf. XIII. Fig. 9) lässt sich leicht constatiren, dass die Stelle, auf der im vorigen Stadium die Ausführungsgänge zur Ausmündung gelangten, nicht für sich allein weiter in die Höhe gewachsen ist, sondern dass sie sich in Gemeinschaft mit einem Theile ihrer Umgebung, die bis zum vorletzten Stadium einen Cutiswall um die frühere Einsenkung bildete, zur Papille erhoben hat, während die ausserhalb der Papille noch vorhandene Partie der Areolarfläche zur Areola verwendet worden ist. Auf dem von der Umgebung des erhobenen

Drüsenfeldes gebildeten Theil der fertigen Papille, d. h. auf der Seitenfläche des Kegels der Papille kommt nie ein Ausführungsgang der Milchdrüse zur Ausmündung. Das, was von drüsigen Organen überhaupt daselbst ausmündet, sind Schweissdrüsen und auch diese sind keine häufigen Vorkommnisse. Glatte Muskelfasern durchziehen die Papille in reichlicher Menge und bilden daselbst durch ihren verschiedenen Verlauf ein ansehnliches Netzwerk, welches in den früheren Stadien noch nicht differenzirt erschien.

Das durch Vorführung einzelner Stadien für die Entwicklung der Milchdrüse und vorzüglich der Papilla mammae Geschilderte will ich noch einmal kurz zusammenfassen. Die erste rein epidermoidale Erhebung mit ihrer Einsenkung in die Cutis bildet das ursprüngliche Drüsenfeld, welches in Folge einer Epithelwucherung des Stratum Malpighii entsteht. Die Erhebung ist von einem später haarlos bleibenden Hof umgeben, mit dem sie zusammen die Areolarfläche vorstellt, und wird im Laufe der Entwicklung in der Art verändert, dass eine von einer Erweiterung der Einsenkung begleitete Abflachung eintritt. Die Einsenkung wächst also auf Kosten der Erhebung des Drüsenfeldes, wobei die Zellen des letzteren mehr und mehr in die Tiefe sich senken, bis schliesslich das ganze Drüsenfeld, anstatt das Niveau der Hautoberfläche zu überragen, unterhalb desselben bis an das Stratum Malpighii der Umgebung hinauf im Corium eingebettet liegt. Während dieses Vorganges gewinnt die Einsenkung an Umfang, und die inzwischen vom Boden des Drüsenfeldes aus in die Lederhaut gewucherten Drüsencanäle münden sämmtlich in sie ein. Die um die Einsenkung herumliegende haarlose Areolarfläche trägt hie und da Schweissdrüsen und bildet eine gering erhabene Hautpartie. Beide, Einsenkung und Erhebung der Areolarfläche, entprechen der späteren Papille und ihrer Areola. Die erhabene Areolarfläche erreicht das Maximum ihrer Höhe am Rande der oberflächlichen Einsenkung, so dass die letztere durch sie gleichsam einen Wall erhält. Aus dem über die Raumzunahme der Einsenkung früher Gesagten geht hervor, dass dieser Wall nichts zu thun haben kann mit der frühesten Erhebung, welche die erste Einsenkung trug. Dieses Wärzchen war eben das Drüsenfeld selbst, also ein Epidermoidalgebilde. Der die Einsenkung in ihrer späteren Gestalt umgebende Wall liegt ausserhalb des Drüsenfeldes, ist also ein Cutisgebilde und trägt andere Abkömmlinge des Stratum Malpighii in Gestalt von Schweissdrüsen. Das ganze Drüsenfeld ist also jetzt nur im Bereiche der Einsenkung zu suchen. An dieses Stadium (Taf. XIII Fig. 5, 6, 7), in welchem die Einsenkung gleichsam den einzigen Ausführungsgang

der Milchdrüse bildet, schliesst sich unmittelbar die Bildung der Papille. Die Einsenkung des Drüsenfeldes hebt sich mehr und mehr, bis sie das Niveau ihrer wallartigen Umgebung erreicht hat, und so werden die Mündungen der Ausführungsgänge allmählich gehoben, so dass sie schliesslich im Niveau der freien Hautoberfläche sich öffnen (Taf. XIII Fig. 8). Von hier an gesellt sich zur Erhebung des Drüsenfeldes noch diejenige seiner Umgebung und durch beide erfolgt nun der weitere Aufbau der Papille, desjenigen Organs, welches sämmtliche Ausführungsgänge der Drüse auf einen verhältnissmässig kleinen Raum münden lässt (Taf. XIII Fig. 9).

Die Zeit, zu welcher man die einzelnen Entwicklungsstadien der Papille vorfindet, ist durchaus nicht an ein bestimmtes Alter des Individuums gebunden. Man findet, wie oben gesagt wurde, besonders bei Knaben, selbst von mehr als zehn Jahren, noch ein sehr frühes Stadium der Papillenbildung, nämlich die nicht einmal vollständig bis zum Hautniveau erfolgte Erhebung des vertieften Drüsenfeldes. Diesen Process der Ausgleichung der Einsenkung, also denjenigen der Erhebung des eingesenkten Drüsenfeldes bis zum Niveau des umgebenden Hautwalles sieht man beim Mädchen nicht erst in so späten Jahren vor sich gehen. Die Papille differenzirt sich also beim weiblichen Geschlechte früher als beim männlichen. Die vollständige Erhebung des Drüsenfeldes in Gemeinschaft mit seiner Umgebung zur vollendeten Gestalt und Grösse der Papille erfolgt dagegen selbst bei Frauen zuweilen erst zu der Zeit, da das Kind zu saugen beginnt. In solchen Fällen findet man dann bei jüngst Entbundenen noch die Entwicklung der Papille erst bis zu demjenigen Stadium vorgeschritten, in welchem die Erhebung des Drüsenfeldes bis zum Niveau seiner wallartig erhabenen Umgebung erfolgt. Hier bleibt also ein früheres Stadium der Papillenbildung unter gleichzeitiger Volumsentfaltung der Areolarfläche fortbestehen.

Prüft man die Ansichten von Meckel und Langer bezüglich der späteren Entwicklung der Papille, so hält der erstere Autor das ursprüngliche durch Epidermoidalwucherung gebildete Drüsenfeld für die Anlage der Papille, während der letztere Autor diesem Ausspruche entgegentritt und jener Erhebung die Bedeutung einer embryonalen Papille nicht beimisst. Nach den Resultaten meiner Untersuchung liegt keinem der Aussprüche der beiden Autoren eine vollständig unrichtige Anschauung zu Grunde. Beiderlei Ansichten lassen sich vereinigen, indem man das ursprüngliche Wärzchen mit seiner Einsenkung für die erste Anlage zu einem Theile der Papille erklärt. Das ganze ursprünglich als Wärzchen die Hautoberfläche überragende Drüsenfeld mit seiner Einsenkung verschwindet zwar nach und nach vollständig unter das Niveau der Haut-

oberfläche, hebt sich aber später wieder in die Höhe, um dann in Gemeinschaft mit seiner nächsten Umgebung das Hautniveau von neuem, wenn auch in veränderter Gestalt zu überragen.

Was einzelne Entwicklungsstadien der Milchdrüse angeht, so fand ich das von KÖLLIKER für den Neugeborenen Angegebene bestätigt, dass die ersten zu Ausführungsgängen sich umgestaltenden Knospen der ursprünglichen Drüsenanlage bereits gablige Theilungen zeigen, welche an ihren untersten Enden schon wieder rundliche Knospen, die Anlagen der Drüsenläppchen tragen.

II. Wiederkäuer.

Im Allgemeinen gilt von der hierher gehörigen Literatur, soweit sie mir zugängig war, dasselbe, was vorhin von der Literatur über die Entwicklungsverhältnisse der menschlichen Papille gesagt wurde. Man vermisst aber hier nicht blos jegliche Angaben über die Entwicklung der Papille, resp. der Zitze, sondern es fehlt in der Literatur über diesen Gegenstand auch die Entwicklung des ganzen Milchdrüsencomplexes, nämlich des Euters. Alles über die Zitze und das Euter Bekannte beschränkt sich nur auf den grob anatomischen und den histologischen Bau beider Organe. GURLT [1]) führt an, dass das Euter der Kuh aus zwei Drüsen bestehe, und dass jede der letzteren mit zwei Zitzen versehen sei, hinter denen sich noch eine kleine warzenähnliche Zitze auf jeder Seite befinde. In jeder Zitze beobachtete er nur einen Ausführungsgang. In Bezug auf Entwicklung des Euters sagt er, dass die »Brüste« durch Einstülpung der äusseren Haut entstanden, und dass an der später von den Zitzen eingenommenen Stelle kleine Grübchen sich zeigten, von denen jedes mit einem scharf erhabenen Rande umgeben sei. Ueber das weitere Schicksal dieser Grübchen giebt er an, dass dieselben, wenn sich die Zitzen über die Haut erheben, enger und zu den Canälen der Zitzen werden.

FRANK [2]) behandelt den makroskopischen und mikroskopischen Bau des Euters und der Zitze. In Bezug auf die Genese giebt er an, dass das Euter aus vier Drüsen zusammengesetzt sei.

Meine Untersuchung war theils auf die Entwicklung der Zitze, theils auf die ersten Differenzirungsvorgänge der Milchdrüse gerichtet, wobei ich vorzüglich die Verknüpfung der sich mir ergebenden Befunde

1) GURLT, Handbuch der vergleich. Anatomie der Haussäugethiere. 4. Auflage. Berlin 1860. S. 437. Anmerk.

2) FRANK, Handbuch der Anatomie der Haussäugethiere. Stuttgart 1870. S. 692.

mit dem vorhin für die Verhältnisse beim Menschen mitgetheilten ins Auge fasste.

Zur Untersuchung kam eine Reihe von Rindsembryonen, auf welche sich meine sämmtlichen Angaben beziehen, denn wenn ich auch vom Schaf und Ziege einzelne Embryonen zu untersuchen Gelegenheit hatte, so war es doch nicht möglich, daraus ein vollständiges Bild zu gewinnen. An die Untersuchung von Embryonen schloss ich eine solche von einige Wochen alten Thieren, welche in den mikroskopischen Verhältnissen der Zitze im Wesentlichen schon mit dem ausgebildeten Zustande übereinstimmten.

Das früheste Stadium entnahm ich einem Embryo, der vom Kopfe bis zur Gegend des ersten Schwanzwirbels gemessen, eine Körperlänge von 3,8 Cm. besass. Die Drüsenanlage bestand in einer mit blossem Auge kaum sichtbaren leistenförmigen Erhabenheit, die an der Seite der äusseren Genitalien beginnend, nach vorn und etwas auswärts hinzieht, um dicht hinter dem Ursprunge des Nabelstranges zu endigen. Eine solche Leiste befindet sich zu beiden Seiten der Medianlinie des Körpers und jede zeigt drei hintereinander liegende, wenig deutliche Anschwellungen.

Männliche Embryonen von 7 Cm. haben je zwei jederseits nach aussen von der betreffenden Scrotalhälfte liegende und durch einen schmalen Zwischenraum von einander getrennte Drüsenanlagen, von denen die hintere der Medianlinie, resp. dem Scrotum näher, die vordere entfernter davon liegt. Jede der Drüsenanlagen besteht in einer 0,25 Mm. breiten Erhabenheit, die eine kleine Einsenkung auf ihrer Mitte zeigt. Mit der Lupe betrachtet, bietet eine solche Anlage der Milchdrüse die Form eines Napfes, der im Vergleich zu seinem Binnenraume unverhältnissmässig dicke Wandungen zeigt.

Dieser makroskopische Befund stimmt mit demjenigen eines weiblichen Embryo von 7 Cm. im Wesentlichen überein. Die Trennung der vier Drüsenanlagen ist deutlicher, als im vorigen Stadium, die Genitalien liegen nach hinten von den Drüsenanlagen. Die beiden Straten der Epidermis sind differenzirt. Das Corium besitzt in einer fast homogenen, gallertigen Intercellularsubstanz viele rundliche und spindelförmige Zellen mit rundem Kern und feinkörnigem Protoplasma. Diese Zellen sind im Allgemeinen kleiner, als bei menschlichen Embryonen dieses Alters. Zarte Faserzüge sind nur in den unteren Schichten deutlich unterscheidbar, während in den oberen noch keine Differenzirung der Intercellularsubstanz erfolgt ist.

Verticalschnitte durch diese Gebilde führen den Nachweis, dass die ganze Erhabenheit nicht, wie der erste Befund beim Menschen ergab,

einzig durch eine partielle Wucherung des Stratum Malpighii bedingt ist, sondern auch und zwar in weit höherem Grade durch eine Wucherung des benachbarten Gewebes der Lederhaut. Das ganze Gebilde besteht also äusserlich aus einer ringförmigen Erhebung, die eine mittlere Vertiefung umzieht, deren Boden etwas höher liegt als das benachbarte Hautniveau. In dem Ringwall tritt die Lederhaut empor, über welcher eine mit der benachbarten Haut gleichdicke Epidermisschicht liegt. An dieser ist das Stratum Malpighii wie auch sonst, von einer das Stratum corneum weit übertreffenden Mächtigkeit. Die Hornschicht tritt, wie die malpighi'sche Schicht in die Einsenkung, aber während sie dort eine mit anderen Hautstellen gleiche Stärke besitzt, zeigt das Stratum Malpighii unterhalb der Einsenkung eine bedeutende tief in die Lederhaut einragende Verdickung. Es bildet so einen flaschenförmigen Fortsatz, wobei der Hals der Flasche von dem in den Ringwall eingehenden Theil der Lederhaut umschlossen wird. Von anderen Differenzirungen des Stratum Malpighii ist in diesem Stadium nichts zu bemerken.

Die eben geschilderten vier Gebilde lassen sich durch Vergleichung mit späteren Zuständen in die Zitzen der Thiere verfolgen, weshalb ich sie sofort mit diesem Namen bezeichnen will, die vergleichende Erörterung der hier von dem Befunde beim Menschen ziemlich abweichenden Verhältnisse mir vorbehaltend.

Die vier Zitzen eines 16 Cm. langen weiblichen Embryo sind schon von bedeutenderem Umfange. Die ganze, die vier Zitzen tragende Hautstelle, dicht von der Fascie abpräparirt, besitzt circa 3 Mm. Dicke und ist 4 Mm. breit und lang. Die Zitzen stellen konische Erhebungen vor, die mit ihrem breiten unteren Ende der Haut aufsitzen und 1 Mm. Länge haben. Es sitzen also die vier vollkommen getrennten Zitzen auf einer verdickten gemeinschaftlichen Hautpartie, deren Corium und Epidermis sich auf die vier konischen Erhebungen, die Zitzen, fortsetzen. Jede der vier Zitzen finden wir aus einer Erhebung der Lederhaut gebildet, welche von der Epidermisschicht überkleidet, die Grundlage des Zitzenkörpers abgiebt. An der Spitze der Zitze tritt das Stratum Malpighii von einer eine leichte Einsenkung tragenden Hornschicht bedeckt, in einen zapfenförmigen Fortsatz durch die Längsaxe der Zitze und endigt mit kolbiger Anschwellung etwa in gleicher Höhe mit der breiten Basis der Zitze.

Die Verbindung des an diesem Stadium sich ergebenden Befundes mit dem des Vorhergehenden ist nicht schwierig. Die Veränderung beruht im Wesentlichen auf einer Wucherung der Lederhaut und zwar

speciell des im vorhergehenden Stadium den Hals der flaschenförmigen Einsenkung des Stratum Malpighii umgebenden Coriumgewebes.

Wenn ich das frühere Stadium mit dem entsprechenden beim Menschen vergleiche, so muss bei letzterem auf jenen Zustand zurückgegangen werden, wo vom Stratum Malpighii aus gleichfalls eine von wallartiger Erhebung umgebene Wucherung in die Lederhaut erfolgt war. Da ich diese als Drüsenfeld bezeichnet hatte, weil von ihr aus die Anlage der einzelnen Drüsen stattfindet, so wird beim Rindsembryo der hier in einen längeren Strang sich umwandelnde Fortsatz des Stratum Malpighii, den ich vorhin kolbig geendet angab, der dem Drüsenfeld entsprechende Theil sein müssen. Das kolbige Ende selbst entspricht dem Boden des Drüsenfeldes.

Bezüglich der Textur kommen die Zitzen eines weiblichen Embryo von 20 Cm. denen des vorigen Stratum gleich, und nur in Bezug auf die Grössenverhältnisse steht das letztere diesem etwas nach. Mikroskopische Präparate zeigen auf Verticalschnitten den ersten Beginn einer Knospung am Grunde des nach dem vorhin Auseinandergesetzten in einen die Zitze durchziehenden Zellenstrang umgewandelten Drüsenfeldes. Die ganze die vier Zitzen tragende Erhabenheit erscheint nur durch eine starke Vermehrung des embryonalen Coriumgewebes bedingt, in dessen untersten Schichten sehr spärliche Träubchen von Fettzellen aufgetreten sind. Wie die Zitze in diesem Stadium sich verlängert hat, so ist auch der mit dem Drüsenfeld endigende Zellenstrang länger gestreckt. Seine Formelemente entsprechen jenen des vorigen Stadiums.

Von nun an beginnen wichtige Veränderungen am Boden des Drüsenfeldes, indem daselbst in ähnlicher Weise, wie ich es oben vom Menschen beschrieb, die Drüsen sich zu bilden beginnen. Schon bei 22 Cm. langen weiblichen Embryonen ist die Knospung der ursprünglichen Epithelwucherung sehr ausgesprochen. Man sieht vom Ende des Zellenstranges mehrere (5) dem letzteren das Ansehen einer kleinen traubigen Drüse gebenden Knospen theils über, theils neben einander angeordnet, abgehen. Auch an dem oberflächlichen Integumente der Zitze beginnt ein analoger Process, und besonders in der Umgebung der Zitzenbasis zeigt die Epidermis die Anlagen anderer Abkömmlinge des Stratum Malpighii in grosser Anzahl. Sie ergeben sich als einfache kolbig geformte Fortsätze des Stratum Malpighii, wie die Anlagen von Haaren oder Schweissdrüsen.

Die Zitzen eines weiblichen Embryo von 24 Cm. sind nahezu 3 Mm. lang, von zwei Seiten her zusammengedrückt und lassen die an der Spitze befindliche Vertiefung deutlich erkennen, welche gegen den

zum Drüsenfeld führenden Zellenstrang sich einsenkt. Die dem späteren Euter entsprechende Hautpartie auf der die Zitzen als konische Erhebungen stehen, setzt sich bedeutender von ihrer Umgebung ab, als im vorigen Stadium; eine Behaarung ist weder auf den Zitzen noch auf deren Umgebung erkennbar. Die vollkommene Trennung der Cutis vom Unterhautbindegewebe ist nunmehr eingetreten. Letzteres besitzt grossen Fettreichthum und hat bedeutenden Antheil an der Differenzirung der erwähnten Hautpartie, die jetzt, da ihr Unterhautbindegewebe von den dem Drüsenfeld entsprossenden Läppchen erreicht wird, ein fötales Euter genannt werden kann. Auch die vier verlängerten Zitzen mit ihren tiefer gewordenen Einsenkungen können zu dieser Zeit nur als fötale Zitzen aufgefasst werden, denn bisher enthielten sie nicht blos den späteren Ausführgang der Drüse, sondern die Anlagen der Drüsen selbst. Die letzteren entstehen also hier in einer die Zitze vorstellenden Erhebung des Integumentes, welche schon vor der Knospung der Drüsenanlagen vorhanden war.

In diesem Stadium treten die Haaranlagen nicht blos in der Umgebung der Zitze, sondern auch auf der Zitze selbst in grossen Massen auf, und bieten verschiedene Stadien der Differenzirung dar. Auf der Höhe der Zitze sind meist einige Wollhaare bereits vollkommen entwickelt und überragen die Oberfläche der Haut. Auch am Boden des Drüsenfeldes ist eine Veränderung eingetreten, indem die Producte der ersten Drüsenknospung sich jetzt zu Schläuchen (den späteren Sammelröhren der Thierärzte) verlängert haben und ihrerseits wieder mit Knospen besetzt sind. Diese letzten Glieder der 2ten Knospengeneration besitzen hier und da neue Wucherungen, die zu einer 3ten Knospengeneration führen. Mit der Bildung der secundären Knospen treten die Drüsenenden in das Unterhautbindegewebe ein.

Den Längenwachsthum der Zitzen begleitet eine bedeutende Verlängerung der Einsenkung. An jeder der vier Zitzen erscheint nun an dem aus einer Fortsetzung des Stratum Malpighii gebildeten Axenstrang, dessen äusserste Zellenschichte in die Cylinderzellenschichte des Stratum Malpighii übergeht, eine bemerkenswerthe Veränderung. Am mittleren Theile seiner Länge zeigt er sich bedeutend verdickt, nach oben wie nach unten zu verjüngt; seine Gestalt ist etwa spindelförmig zu bezeichnen. Die äussere Einsenkung setzt sich sammt der Hornschicht der Epidermis tiefer als im vorhergehenden Stadium, in den Axenstrang fort, ohne jedoch die erweiterte Stelle zu erreichen, welche nur durch Zellen eingenommen wird. Die Cylinderepithelschicht erstreckt sich bis zum Boden des Drüsenfeldes, an welchem die bereits

oben erwähnten Knospen entstanden sind und theilweise in Schläuche (Ausführungsgänge), theilweise in Läppchen sich differenzirt haben. Sowohl Schläuche als Läppchen besitzen eine Auskleidung von Cylinderepithel, und überdies sind die letzteren mit kleinen rundlichen Zellen erfüllt, welche in den ersteren nur streckenweise vollkommen, während andere Strecken hohl erscheinen. Blutgefässe verlaufen in grosser Anzahl um die Drüsensubstanz herum.

Ganz denselben Befund bieten Embryonen von 28 Cm. Eines der Euter trug entsprechend der oben angeführten ersten Anlage sechs Zitzen, von denen die zwei hinteren abortiv sich erkennen liessen.

Hinsichtlich der Behaarung der Zitze findet man andere Verhältnisse bei Embryonen von 46 Cm. Länge. Die nahezu 4 Mm. langen Zitzen sind von ihrem freien Ende bis zu ihrer Basis, da wo ihr Integument in die Bedeckung des Euters übergeht, wieder vollkommen haarlos. Die eine Zeit hindurch bestehende Behaarung ist also wieder verschwunden. Man sieht nur zwei bis drei kurze Epithelzapfen, die sich kurz über der Basis der Zitze von dem Stratum Malpighii der Epidermis aus in das Corium der Zitze hinein erstrecken. Diese Epithelwucherungen befinden sich offenbar, nachdem diejenigen des übrigen Theiles der Zitze bereits rückgebildet waren, ebenfalls im Zustande der Rückbildung. Im oberflächlichen Theil des Coriums der Zitze bis zur Spitze derselben hin bietet sich ein grosser Gefässreichthum dar.

Bei einem 60 Cm. langen weiblichen Embryo bildet das ganze Euter einen stärkeren Vorsprung, als in jedem der vorhergehenden Stadien. Die Zitzen sind bereits über 4 Mm. lang, stark lateral zusammengedrückt und an der Spitze mit der mehrmals angeführten Einsenkung versehen. Der Embryo ist mit Lanugo bedeckt, die Zitzen dagegen, und ein Theil des Euters in der Umgebung der ersteren in einer Breite von 0,25 Cm. erschienen dem blossen Auge vollkommen haarlos.

Von dem freien Ende der Zitze durch die Axe derselben hinab in die Tiefe der Cutis erstreckt sich der zum Drüsenfeld führende Axenstrang, dessen untere zwei Dritttheile die schon im vorigen Stadium angedeutete spindelförmige Erweiterung (Ampulle) zeigen, die der sogenannten Cysterne des Ausführungsganges bei Kühen entspricht. Die von oben kommende Einsenkung hat jetzt ihr Lumen bis in die Ampulle erstreckt, in der nur noch die Epithelauskleidung besteht. Die Ampulle reicht nicht ganz bis zur Basis der Zitze, denn schon nahe der Basis beginnt die Einmündung der Drüsenschläuche und auch weiter nach oben zu bemerkt man in der Wandung einen Besatz von

einfachen länglichen Knospen. Das Wachsthum dieser letzteren ist fast ausschliesslich nach der Spitze der Zitze zu gerichtet. Unterhalb der Basis der Zitze bildet die Drüsensubstanz vielfache das Unterhautbindegewebe durchziehende Verzweigungen. Die jüngsten Knospen erreichen immer erst eine ansehnliche Länge, ehe sie ihrerseits wieder Knospen treiben. Der übrige mikroskopische Befund bestätigt das schon mit blossem Auge Erkannte, nämlich den Mangel von Haaranlagen und anderen Abkömmlingen der Malpighi'schen Schichte an der Oberfläche der Zitze und in der nächsten Umgebung derselben am Euter.

Das jetzt folgende letzte Stadium ist von einem vierzehn Tage alten Kalbe weiblichen Geschlechts entnommen. Das ganze Euter ist verhältnissmässig noch wenig voluminös, seine Behaarung dünn, aber bis dicht an die Zitzenbasis hin vollständig. Die Gestalt des ganzen Organs ist derjenigen des Organs bei erwachsenen Kühen schon sehr ähnlich. Die vier entwickelten Zitzen sind von gleicher Länge und messen von der Basis zur Spitze 2 Cm. Ihr grösster Querdurchmesser beträgt circa 7 Mm. Ihre Gestalt ist die eines Conus mit abgerundeter Spitze. Die Mitte der letzteren trägt die Ausmündung des aus dem anfänglich soliden Axenstrang entstandenen einzigen Ausführungsganges des betreffenden Drüsencomplexes. Die Mündung ist auf dem Querschnitte nicht rund, sondern sternförmig, wie man es meist an solchen Canälen beobachtet, die ihr Lumen durch Aneinanderlegen ihrer Wandungen schliessen, wobei dann ihre Schleimhautfalten in einander greifen. Die der ganzen runzligen Oberfläche der Zitze zukommende Haarlosigkeit erstreckt sich auch noch auf einen kleinen Theil der Umgebung der Basis der letzteren und bildet so eine Art Areola, ähnlich wie sie beim Menschen bekannt ist, allein es fehlt die Pigmentirung, wie der regelmässige Kranz von Talgdrüsen, wodurch sie beim Menschen ausgezeichnet wird. Spaltet man eine Zitze so, dass der die Längsaxe der Zitze durchziehende Ausführungsgang in seiner ganzen Ausdehnung freigelegt wird, so kann man mit Leichtigkeit dieselben zwei Abschnitte unterscheiden, die im zuletzt beschriebenen embryonalen Stadium nur mit Hülfe des Mikroskopes mit Sicherheit unterscheidbar waren. Man findet die ganze Zitze von einem Canal durchzogen, dessen äusserer der Spitze der Zitze zukommender Abschnitt (Strichcanal der Thierärzte) nur 1,5 Mm. Länge und 0,75 Mm. Weite hat. Die Schleimhaut dieses Abschnittes ist von blasser Beschaffenheit und weist eine sehr feine, in diesem Alter des Thieres nur durch die Loupe erkennbare Längsfaltung auf. Der innere die ganze übrige Länge der Zitze durchziehende Abschnitt des Ausführungsganges erstreckt sich noch ein Stück unterhalb der Basis der letzteren in das Euter hinab. Das Lumen dieser letzteren

Strecke misst 1,5 Mm. in der Quere. Die Schleimhaut zeigt an dessen oberer Partie dieselbe Art der Längsfaltung, wie sie der erste Abschnitt des Canals trägt, während sich an der der Drüsensubstanz näher gelegenen Partie desselben längs- und quergerichtete Schleimhautfalten kreuzen, wodurch die Schleimhaut dort eine netzförmige Oberfläche darbietet. In diese Erweiterung des Ausführungsganges (Cisterne der Thierärzte) münden etwa in der Höhe der Basis der Zitze die Ausführungsgänge der Drüsen (Sammelröhren) mit bald weitem, bald engem Lumen aus.

Verticalschnitte durch die ganze Zitze liefern eine Reihe von Thatsachen, die hier zur Erwähnung kommen müssen, wenn sie auch theilweise schon bekannt sind. Beide Epidermoidalschichten der Zitzenoberfläche sind stark entwickelt. Die von einer dichten Lage plattenförmiger Zellen hergestellte Hornschicht setzt sich an der Ausmündung des Ausführungsganges tief in das Lumen des letzteren hinein fort, wo sie stellenweise eine grössere Mächtigkeit erreicht, als an der Zitzenoberfläche. Nachdem sie noch einen Abschnitt der Schleimhautoberfläche der ampullenartigen Erweiterung des Ausführungsganges ausgekleidet hat, macht sie an Dickedurchmesser abnehmend schliesslich einem Cylinderepithel Platz, von welchem die Auskleidung des tieferen Theiles der Schleimhaut des Ausführungsganges gebildet wird. In der die »Cisterne« vorstellenden Erweiterung besitzt also die Schleimhaut zwei Epithelformen. Der der Basis benachbarte Abschnitt trägt Cylinderepithel, der andere gegen die Mündung gerichtete besitzt eine Fortsetzung der Epidermis. Der von der Epidermisschichte ausgekleidete Theil des Binnenraumes der Zitze (ein Theil der Ampulle und deren Ausführungsgang) besitzt dieselben Papillen der Lederhaut, wie sie das äussere Integument der Zitze aufweist, welches sich somit ohne histologische Grenze in den Ausführungsgang fortgesetzt hat. Die so gestaltete Schleimhaut ist am mächtigsten in den oberen Abschnitten des Ausführungsganges und verliert in der Tiefe mehr und mehr an Mächtigkeit. An der Grenze der Hornschichte der Epidermis verschwinden auch die runden Zellen des Stratum Malpighii und es bleibt nur die tiefste Zellenlage, die aus Cylinderepithel bestehende Zellenschichte übrig, welche von da an die Auskleidung des Ausführungsganges übernimmt. Die in die Malpighi'sche Schicht der Epidermis einragenden Papillen sind von ansehnlicher Länge und hie und da findet man mehrere Papillen an ihrer Basis verbunden. Auf der Höhe der Zitze und im oberen verengten Theile des Ausführungsganges gewinnen sie eine solche Ausdehnung, dass sie das ganze Stratum Malpighii zu durchsetzen scheinen, und von einer dünnen Lage desselben bekleidet in

die Hornschicht eindringen [1]). Die Faltung der Schleimhaut des Ausführungsganges giebt diesen Papillen mannigfaltige Richtungen nach dem Lumen des Ausführungsganges. Auf mikroskopischen Durchschnitten, sowohl Vertical- als Horizontalschnitten, findet man sehr differente Bilder, indem die Papillen in verschiedener Richtung durchschnitten sind. Derartige Bilder können dem Ungeübteren sehr leicht Veranlassung zu Irrungen geben.

Diese Faltung der Schleimhaut, welche im obersten Abschnitte des Ausführungsganges die eben beschriebene Eigenthümlichkeit bezüglich der Papillen darbietet, liefert im letzten Drittel der Länge des Ausführungsganges ein zweites erwähnenswerthes Verhalten, dessen Beschreibung hier angereiht werden soll. Legt man in der oben genannten Höhe Horizontalschnitte durch die Zitze, so erhält man Bilder von Schläuchen, die mit dem Lumen der cisternenartigen Erweiterung des Ausführungsganges zusammenhängen. Diese Schläuche sind mehrfach verästelt, theilweise hohl, zum Theil scheinbar solid, tragen eine Fortsetzung des Cylinderepithels des Ausführungsganges und haben auf diese Weise mit wohlgelungenen Durchschnitten von Drüsensubstanz, die man an dieser Stelle auch wirklich zu suchen berechtigt ist, sehr viel Uebereinstimmendes. Dieses Verhalten entspringt an einer bedeutenden Faltenentwicklung der Schleimhaut, wie durch die Controle mit Längsschnitten zu erweisen ist. Ein zweites, den Sachverhalt aufklärendes Moment besteht darin, dass man auf jedem der angefertigten Schnitte stets dieselben Schläuche erhält, während die Anfertigung solch' gelungener Ansichten von wirklichen Drüsenschläuchen viel seltener glücken dürfte.

Was die Grundlage der Zitze betrifft, so wird diese, wie vorher, vom Integument gebildet, wobei die Lederhaut den bedeutendsten Antheil hat. Dieselbe besitzt in der faserig differenzirten Intercellularsubstanz neben rundlichen Zellen noch eine grosse Anzahl von spindelförmigen Elementen. Zahlreiche Gefässe durchziehen das Bindegewebe, indem sie sich an dem obersten Abschnitt der Zitze sehr stark verästeln und durch eine reiche Anastomosenbildung dort ein ansehnliches Gefässnetz zu Stande kommen lassen. Unter der Schleimhaut des obersten Abschnittes des Ausführungsganges kommen glatte Muskelfasern in circulärer und longitudinaler Anordnung vor, denen man die Function eines Schliessmuskels beimisst. Die Wirkung dieser Musculatur muss entweder durch die melkende Hand, oder durch das Saugwerkzeug des Jungen oder

1) Die Verhältnisse der Papillen sind sehr genau von L. Frank beschrieben. l. c. S. 695.

durch einen zu starken spontanen Milchandrang überwunden werden, wenn der Verschluss des oberen Abschnittes des Ausführungsganges, der von manchen Autoren als eigentlicher Zitzencanal (oder Strichcanal) bezeichnet wird, gehoben werden, und der gefüllte, als eine blosse Erweiterung des Ausführungsganges erscheinende Milchbehälter oder die Cisterne sich entleeren soll.

Für die Wiederkäuer ergiebt sich somit, soweit meine am Rinde angestellten Beobachtungen für die ganze Abtheilung maassgebend sein können, ein zwar in vielen Punkten mit dem beim Menschen Erkannten übereinstimmender, aber in andern wesentlichen Momenten verschiedener Entwicklungsgang des gesammten Apparates der Milchdrüsen.

Was die Entstehung der Drüsen angeht, so treffen wir den ersten Zustand als eine auf der Mitte vertiefte Erhebung, die wir zugleich als Anlage der Zitze erklärten und an der wir nicht blos die Zellenwucherung des Stratum Malpighii, wie es beim Menschen der Fall ist, sondern auch, und zwar im vorwiegenden Maasse, das embryonale Corium betheiligt fanden. Eine Abflachung dieser Erhebung findet zu keiner Zeit statt, vielmehr sind alle ferneren Vorgänge mit einer Weiterbildung der ursprünglichen Protuberanz verbunden. Der die Zitze bildende Vorsprung des Integumentes vergrösserte sich, während in seinem Innern ein die Drüse bildender Differenzirungsvorgang stattfindet. Der letztere wird eingeleitet durch ein in der Axe der Zitze erfolgendes Auswachsen der ursprünglichen, die Drüsenanlage vorstellenden Epithelwucherung, von deren Grund der Boden des Drüsenfeldes repräsentirt wird, welchem die Drüsen allmählich entspriessen. Indem das die Bildungsstätte der Drüsen (Drüsenfeld) in die Tiefe verlegende Auswachsen der Zitze einen anfänglich soliden, allmählich von aussen her hohl werdenden Canal in der Axe der Zitze entstehen lässt, liefert es den Grund zu neuen Differenzirungsvorgängen, welche den genannten Canal in mehrere ungleichwerthige Abschnitte zerlegen. Der der Mündung nächste Abschnitt (Strichcanal), ist durch bedeutende Enge von dem folgenden weiteren ampullenförmigen (Cisterne) unterschieden, und letzterer selbst kann wieder in zwei Abschnitte zerlegt werden, einen inneren mit Cylinderepithel bekleideten und einen mehr äusseren, der eine Fortsetzung der Epidermis trägt. Dass der die Drüsenmündung aufnehmende tiefere Theil der Ampulle dem blinden Ende des ursprünglichen Axenstranges und damit dem von mir als Drüsenfeld bezeichneten Abschnitt entspricht, ist selbstverständlich.

Zur Zeit, da die fötale Zitze eine Menge von Haaranlagen trägt, die

später, nachdem sie eine gewisse Stufe ihrer Entwicklung erreicht haben, sich wieder rückbilden, unterscheidet sich die Bedeckung der Zitze in keiner Weise von dem übrigen Integument des Thieres. Die vollständige Haarlosigkeit der Zitze späterer Stadien, wie man sie auch bei Kühen findet, lässt sich durch die Momente der Vererbung und Anpassung erklären. Jeder Körpertheil, welcher durch Generationen hindurch dauernden oder oft wiederholten Einwirkungen äusserer Eingriffe ausgesetzt war, erleidet gewisse Veränderungen, die sich allmählich vererben können. Auf diese Weise wird die Behaarung jenes Theiles der Haut verloren gegangen sein, der als Zitze während des Säugegeschäftes einer steten Einwirkung von Seiten des Jungen ausgesetzt war und im unbehaarten Zustande viel besser seinen Functionen zu entsprechen im Stande sein musste, als im Zustande der Behaarung. Das nur auf eine kurze Zeit beschränkte Vorkommen von Haaren auf der Zitze erscheint von jenem Gesichtspunkte aus als ein Rückschlag in den ursprünglich allgemeinen Zustand der Behaarung, welcher durch den auf Grund der Anpassung erworbenen nackten Zustand bald wieder verdrängt wird.

Was endlich das gesammte Euter betrifft, so entsteht dasselbe aus der Vereinigung von mehreren und zwar von mindestens vier ursprünglich discreten Drüsenanlagen. Diese Vereinigung mehrerer Drüsen zu einem Complexe wird durch eine Verdickung der die einzelnen Drüsen tragenden Hautstelle vorbereitet, welche bereits vor der Differenzirung des Drüsengewebes vorhanden ist, und vorwiegend durch Vermehrung des Unterhautbindegewebes zu Stande kommt.

Zum Schlusse soll noch eine kurze Zusammenstellung der Hauptmomente meiner Untersuchung Platz finden, womit ich die beim Menschen und beim Rind sich ergebenden Uebereinstimmungen und Verschiedenheiten hervorheben und somit die bei beiden zur Bildung eines functionell übereinstimmenden Organs führenden Vorgänge mit einander vergleichen will. Zur besseren Uebersicht werden die einzelnen Entwicklungsstadien der Papille des Menschen denjenigen der Zitze des Wiederkäuers (Rind) gegenübergestellt.

Mensch.	Wiederkäuer.
1. Stad. Die ursprüngliche Erhebung ist ausschliesslich bedingt durch das Drüsenfeld.	1. Stad. Die ursprüngliche Erhebung ist bedingt durch das Drüsenfeld und seine Umgebung.
2. Stad. Die ursprüngliche Erhebung flacht sich im Laufe der weiteren Entwicklung der Drüsenanlage	2. Stad. Die ursprüngliche Erhebung flacht sich im Laufe der weiteren Entwicklung nicht ab.

(Fortsetzung von Mensch.)

ab.. Die Einsenkung des Drüsenfeldes wächst gleichsam auf Kosten der ursprünglichen Erhebung in die Breite und Tiefe. Die Umgebung des Drüsenfeldes, welche keinen Theil hat an der ursprünglichen Erhebung umzieht jetzt wallartig erhoben die napfförmig erweiterte Einsenkung und trägt so zur Vertiefung der Einsenkung bei.

(Fortsetzung von Wiederkäuer.)

Die Einsenkung des Drüsenfeldes wächst in die Länge, aber nicht auf Kosten der Erhebung. Die letztere bleibt nicht blos bestehen, sondern es wächst sogar die Umgebung des Drüsenfeldes, die von vornherein an der ursprünglichen Erhebung Theil hat, um die Einsenkung herum in die Höhe, wodurch die letztere zu einem langen Canal ausgezogen wird. Aus der erhobenen von der Cutis gebildeten Umgebung des Drüsenfeldes geht die Zitze hervor, in welche die Einsenkung sich hinab erstreckt.

Die Resultate des 2. Stadiums sind demnach in beiden Fällen gleiche. Beide, die Drüsen des Menschen und die des Wiederkäuers besitzen jetzt anscheinend nur Einen Ausführungsgang in Gestalt der vergrösserten Einsenkung. Beide Arten der Ausführungsgänge sind von einem Cutiswall umgeben, der durch sein weiteres Heranwachsen beim Rind die Zitze bildet, während er beim Menschen, wo die Einsenkung des Drüsenfeldes schwindet, in viel geringerer Ausbildung auftritt und dadurch dem Drüsenfelde sich allmählich über ihn zu erheben gestattet. Der die Einsenkung des Drüsenfeldes umziehende Cutiswall bildet somit einen Theil der Anlage der Papille des Menschen und der Zitze der Wiederkäuer. Bei Wiederkäuern tritt er schon sehr frühzeitig auf und erlangt bald ein bedeutendes Volum, bei Menschen dagegen wird er erst deutlich erkennbar, wenn das Drüsenfeld als napfförmige Einsenkung unter dem Niveau der Hautoberfläche liegt, und auch da bildet er keinen bedeutenden Vorsprung.

Das Verhältniss bei Wiederkäuern bietet nun im weiteren Wachsthume des die Zitze vorstellenden Organs nichts Bemerkenswerthes mehr dar. Die Zitze vergrössert sich in der angegebenen Weise und tritt dadurch allmählich in ihr definitives Verhalten ein.

Mit diesem für Mensch und Wiederkäuer gleichartigen Stadium ist die Differenzirung der Zitze beendet, während für den Menschen noch ein drittes Stadium angereiht werden muss, um die Entwicklung der Papille zu zeigen, die der Hauptsache nach eigentlich erst beginnt.

(Fortsetzung von Mensch.)

3. Stad. Die napfförmige Einsenkung beginnt durch Erhebung des Drüsenfeldes nach der Hautoberfläche allmählich seichter zu werden und kommt so in gleiches Niveau mit der Haut. Von diesem Momente an erheben sich nun beide, Drüsenfeld und seine Umgebung zum weiteren Aufbaue der Papille.

Die Papille ist die Erhebung des vorher vertieften Drüsenfeldes, welcher Erhebung auch die nächste Umgebung des Drüsenfeldes folgt. Die sie durchziehenden Ausführungsgänge entwickeln sich aus der ursprünglichen Anlage, am Boden des Drüsenfeldes.

(Fortsetzung von Wiederkäuer.)

Die Zitze ist die Erhebung der Umgebung des Drüsenfeldes, welches seinen Boden in der Tiefe forterhält. Der die Zitze durchziehende Ausführungsgang der Drüsen entstand aus der Verlängerung der Einsenkung des Drüsenfeldes, die durch die Erhebung der Umgebung des letzteren zu Stande kam.

Den in vorliegender Arbeit angeführten Untersuchungsresultaten zufolge ist die anfangs gestellte Frage, ob die Papille des Menschen und die Zitze der Wiederkäuer Analoga oder Homologa sind, bedingungsweise mit »ja« zu beantworten. Dass sie Analoga sind, bedarf keiner weiteren Erörterung. Homologe Organe sind sie aber nur insofern, als zu ihrem Aufbau die Umgebung des Drüsenfeldes zur Verwendung kommt. Diese Verwendung ist aber eine sehr verschiedene, so dass dadurch selbst der Werth der bedingten Homologie herabgedrückt wird; sie sind nicht homolog insofern als das Drüsenfeld bei Wiederkäuern während der Entfaltung der Zitze in der Tiefe bleibt und der einzige Ausführungsgang durch die Erhebung des Cutiswalles bedingt wird, während beim Menschen das Drüsenfeld nicht vertieft bleibt, sondern sich zur Papille mit erhebt, auf der die zahlreichen Ausführungsgänge der vom Drüsenfeld aus gesprossten Drüsen zur Mündung kommen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII.

Fig. 1. 2. 3. sind die ersten Entwicklungsstadien der Drüsenanlage auf senkrechtem Durchschnitte. Vergrösserung 275.

Fig. 1. Von einem weiblichen Embryo von 4 Cm. Länge. Die Drüsenanlage ist zum Theil über die Hautoberfläche erhaben. Die im Text beschriebene Einsenkung fehlt hier, da sie bei der Schnittführung nicht mit getroffen wurde.

Bezeichnungen: *H* = Hornschicht. — *St. M.* = Stratum Malpighii. — *C* = Corium. — *D. A.* = Drüsenanlage. (Langer's »linsenförmiger Körper«.)

Fig. 2. Weiblicher Embryo von 10 Cm. Länge. Das Drüsenfeld liegt bereits ganz unterhalb der Hautoberfläche. Die Einsenkung ist stark vergrössert.

Bezeichnung: *E* = Einsenkung; die übrigen Bezeichnungen, wie in Fig. 1.

Fig. 3. Weiblicher Embryo von 14,2 Cm. Länge. Die Einsenkung ist grösser, die kolbige Drüsenanlage im ersten Beginn der Knospung.

Bezeichnung: *K* = Knospen (Drüsenanlagen); die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1 und 2.

Tafel XIII.

Alle Figuren stellen Verticalschnitte dar. Die ersten drei Figuren dieser Tafel sind eine Wiederholung der drei Figuren der 1. Tafel in schematischer Darstellung. Sie werden nur der besseren Uebersicht halber den übrigen dargestellten Stadien noch einmal mit beigefügt.

Fig. 1. Erstes Stadium der Drüsenanlage in Form des warzig erhobenen Drüsenfeldes mit seiner Einsenkung. Vergrösserung 75.

Bezeichnungen: *H* = Hornschicht. — *St. M.* = Stratum Malpighii. — *C* = Corium. — *E* = Einsenkung.

Fig. 2. Zweites Stadium, in welchem das Drüsenfeld ganz unter dem Hautniveau liegt. Vergrösserung 75.

Bezeichnungen wie in Taf. XII. Fig. 2.

Fig. 3. Drüsenanlage im ersten Beginn ihrer Knospung. Vergrösserung 75.

Bezeichnungen: *K* = Knospen; im Uebrigen wie in Fig. 2.

Fig. 4. Von einem weiblichen Embryo von 29 Cm. Die Drüsenanlage steht in der zweiten Knospung. Die Glieder der ersten Knospung haben sich zu Ausführungsgängen verlängert. Links von der Anlage der Milchdrüse ist eine Schweissdrüse bemerkbar. Vergrösserung 75.

Bezeichnungen: *A* = Ausführungsgänge. — *D. L.* = Drüsenläppchen. Uebrige Bezeichnungen wie in Fig. 2.

Fig. 5. Von einem weiblichen Embryo von 32,5 Cm. Länge. Starke Vergrösserung der Einsenkung des Drüsenfeldes. Um die Einsenkung ist der Cutiswall sichtbar. Die Ausführgänge münden sämmtlich in die Einsenkung. Vergrösserung 115.

Bezeichnung: *C. W.* = Cutiswall. Uebrige Bezeichnungen wie in Fig. 4.

Fig. 6. Von einem weiblichen Embryo von 33 Cm. Länge. Die Einsenkung ist seichter geworden. Entwicklung einer dritten Knospengeneration. Die Glieder der zweiten Knospung bilden secundäre Ausführungsgänge. Vergrösserung 115. Links von der Einsenkung sieht man zwei Schweissdrüssen.

Bezeichnung: *S. A.* = Secundäre Ausführungsgänge. Uebrige Bezeichnungen wie in Fig. 5.

Fig. 7. Von einem weiblichen Neugebornen. Die Ausführungsgänge sind mit ampullenförmigen Erweiterungen versehen.

Bezeichnung, wie in Fig. 5.

Fig. 8. Von einem Mädchen von $2^1/_2$ Monaten. Die Einsenkung des Drüsenfeldes ist durch die Erhebung des letzteren bis zum Hautniveau verschwunden.

Bezeichnung wie in Fig. 5.

Fig. 9. Von einem Mädchen von $2^1/_2$ Jahren. Erste Erhebung des Drüsenfeldes und seiner Umgebung über das Hautniveau zur Bildung der Papille.

Bezeichnung wie in Fig. 5.

Bemerkungen über die Milchdrüsen-Papillen der Säugethiere.

Von

Carl Gegenbaur.

In den in dieser Zeitschrift veröffentlichten »Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Milchdrüsen, von Dr. M. Huss« wurde gezeigt, dass die Brustwarzen des Menschen und die Zitzen der Wiederkäuer, abgesehen von der Verschiedenheit ihrer Lagerung, bezüglich ihrer Genese und der davon sich ableitenden Structur, Bildungen von ganz verschiedenem morphologischem Werthe seien. Theile, die man gemäss einer gewissen oberflächlichen Uebereinstimmung und wohl auch beeinflusst durch die Gleichartigkeit der physiologischen Leistung für homologe Gebilde zu halten wohl niemals beanstandet hatte, stellten sich durch jene Untersuchung in recht hohem Grade verschieden heraus. Es dürfte sich demnach der Mühe verlohnen, jenen Verhältnissen in einem etwas weiteren Umkreise nachzugehen, als es vom Verfasser geschah, und nach ferneren Verbindungen zu suchen.

Für diesen Zweck muss ich aus der genannten Arbeit einige Punkte hervorheben. Das ist einmal die Uebereinstimmung der ersten Anlage der Drüsen beim Menschen und beim Rinde, und zweitens die Verschiedenheit der Papille von der Zitze. Die Uebereinstimmung der Anlage wird dadurch gebildet, dass sie eine epidermoidale Wucherung mit einer mittleren leichten Vertiefung bildet, das Drüsenfeld. Vom Boden dieses Drüsenfeldes entstehen die Drüsen ganz auf dieselbe Weise wie andere Hautdrüsen, nämlich durch Wucherung von Zellensträngen aus der Malpighi'schen Schicht in die darunter gelegene Lederhaut, wie man diese, auch die Lederhaut nicht blos passiv betreffende Erscheinung aufzuführen pflegt. Um das Drüsenfeld erhebt sich beim Menschen ein nur kurze Zeit bestehender, und auch keine bemerkenswerthe Höhe

gewinnender Cutiswall, der beim Rinde gleich mit der Differenzirung des Drüsenfeldes bedeutendere Ausdehnung gewinnt. Mit letzterem Verhältniss ist schon die erste gewichtigere Verschiedenheit gegeben, und nunmehr beschreiten beiderlei Organe in ihrer ferneren Differenzirung gesonderte Wege. Beim Menschen wird die Vertiefung des Drüsenfeldes flacher, und die an seinem Boden mit der Malpighi'schen Schicht verbundenen Drüsen kommen in demselben Maasse zu einer oberflächlichen Ausmündung. Mit der fernern Erhebung des Drüsenfeldes rücken die Mündungen auf die Spitze der durch die Erhebung gebildeten Papille, während der vorher den Cutiswall darstellende Theil der Umgebung des Drüsenfeldes theils in die Seitenfläche der Papille, theils in die Areola mammae übergeht. Das ursprünglich vertiefte, im Grunde einer Einsenkung gelegene Drüsenfeld gelangt mit der Papillenbildung auf die Spitze dieser Erhebung. Beim Rinde dagegen findet nicht nur keine Erhebung des Drüsenfeldes statt, sondern dasselbe senkt sich immer tiefer in den Grund der vom Cutiswall umschlossenen Höhlung, in demselben Grade, als der Cutiswall höher wird. Die vom Drüsenfelde aus entstandenen einzelnen Drüsen kommen daher niemals mit ihrer Mündung an die Oberfläche, sondern münden in einem von der centralen Einsenkung zum Drüsenfeld sich heraberstreckenden Hohlraume aus.

Die Verschiedenheit der so entstehenden Bildungen tritt noch deutlicher durch die Vergleichung der einzelnen Theile hervor. Die Mündungen der Milchdrüsengänge liegen beim Menschen auf der Spitze der Papille, beim Rinde finden sie sich im Grunde eines die Axe der Zitze durchsetzenden Canals. Für diesen letzteren besteht nichts Aehnliches beim Menschen, und nur während eines vorübergehenden Stadiums ist eine ihm vergleichbare Bildung in der vom Cutiswall umzogenen Einsenkung des Drüsenfeldes vorhanden. Ebenso fehlt als bleibende Bildung beim Menschen der Cutiswall, der beim Rinde die Zitze herstellt. Dagegen entbehrt die Zitze des Rindes der Areola, von der die entsprechende Fläche weder an der Oberfläche der Zitze noch des Euters gesucht werden darf, sondern im Anfangstheile des Zitzencanals (Strichcanals). Dass unter diesen Verhältnissen die Ampulle des Strichcanals nicht mit einem Sinus lactiferus verglichen werden kann, ergiebt sich von selbst, und ist ebenso begreiflich, wie der Mangel einer Homologie zwischen dem Strichcanal des Rindes und einem Ductus lactiferus der menschlichen Mamma.

Indem wir so behaupten dürfen, dass die Zitzen des Rindes und die Papillae mammarum des Menschen ganz verschiedene Typen repräsentiren, und damit keine streng

homologen Gebilde sind, erhebt sich daraus die Frage nach einem beiderlei Bildungen verknüpfenden Momente. Ein solches kann zwar schon in den frühesten Zuständen der betreffenden Organe erkannt werden, allein dies scheint mir nicht ausreichend, da eben jener gleichsam indifferente Zustand wieder seine Erklärung verlangt. Man kann fragen, warum beim Menschen sich eine Einsenkung bilde, warum nicht sofort die Papille entstehe, da die Erhebung der letzteren vom ersten Momente der Drüsendifferenzirung an möglich erscheinen kann. Die Antwort auf diese Fragen giebt die Vergleichung, indem sie das genannte Verhalten als Vererbung nachzuweisen sucht. Wenn wir diesen als einen auf beiderlei sonst sich so different verhaltende Formen fortgesetzten Befund auf Grund einer gemeinsamen Vererbung erklären wollen, bedarf es vor allem des Nachweises einer im Wesentlichen mit jenem vergänglichen Stadium übereinstimmenden bleibenden Einrichtung bei anderen Säugethier-Organismen, und diese führt zu einer vergleichenden Umschau im Bereiche der Säugethiere.

Zuerst sei hier auf die Verbreitung der beiden Formen der Ausmündungsverhältnisse der Milchdrüsen die Aufmerksamkeit gerichtet. Bei der verhältnissmässig geringen Zahl genauer Untersuchungen über die Milchdrüsen der Säugethiere wird das Kriterium der einen oder der anderen Kategorie nur im Verhalten der »Ausführgänge« gesucht werden können. Wo die Zitze nur von einem einzigen Ausführgang durchsetzt wird, liegt Grund zur Voraussetzung eines mit dem Rinde übereinstimmenden Verhaltens vor, indess eine, mehrfache Mündungen tragende Zitze das Verhalten der Papilla mammae des Menschen darbietet, und darnach wird beurtheilt werden dürfen. Nach diesem Verhältniss hat bereits J. Müller [1]) einen Unterschied zwischen zwei grossen Gruppen der Säugethierabtheilungen aufzustellen versucht, indem er der Zitze der Wiederkäuer einen einzigen Ausführgang, jener der übrigen Säugethiere dagegen mehrere zuschrieb. Inwiefern diese Aufstellung Berechtigung hat, kann nur die genauere Prüfung entscheiden, für welche allerdings bis jetzt nur noch wenig selbständige thatsächliche Unterlage besteht.

Aehnlich wie die Papilla mammae des Menschen verhält sich die Zitze der Carnivoren, wie die Untersuchungen von Hund und Katze lehren, welche Rudolphi [2]) bekannt gemacht hat. Für den Hund sind

1) De glandularum secernentium structura penitiori. Lips. 1830. p. 48. »qui (sc. trunci ductuum lactiferorum) aut sinu juncti in mammae papillam aperiuntur, uti in ruminantibus, aut disjuncti papillam perforant, qualis de caeteris mammalibus homineque simul experientia docet.«

2) Abhandl. d. Königl. Academie der Wiss. zu Berlin. 1832. S. 342.

10, für die Katze 5 Oeffnungen auf der Spitze der Papille nachgewiesen. Nach anderen Angaben wechselt bei diesen die Zahl von 8—13. Von Nagethieren ist durch Rudolphi und Astley-Cooper [1]) beim Kaninchen eine Mehrzahl von Ausführgängen erkannt. Für die Edentaten finde ich eine Angabe von Rudolphi bei Manis, dessen Papillen von fünf bis sechs feinen Gängen durchsetzt werden sollen. Gleich beschränkt finde ich die Angaben für die Halbaffen, von denen ich wenigstens bei Chiromys das Vorkommen einer grössern Anzahl von Mündungen auf den Papillen dargestellt finde [2]). Bei den Affen scheint ein ähnliches Verhalten wie beim Menschen zu bestehen, und vom Orang hat Owen 10—12 Milchgang-Oeffnungen beschrieben. Bringt man endlich hierzu noch die von Levaillant [3]) beim Elephanten gemachte Beobachtung von 8 Ausführgängen, sowie die von Owen [4]) bei Rhinoceros indicus aufgefundene, gegen 12 betragende Zahl der Mündungen in Betracht, so ergiebt sich allerdings, dass bei Repräsentanten einer grossen Anzahl von Säugethieren — der Mehrzahl der einzelnen Abtheilungen — eine dem für den Menschen am genauesten gekannten Typus des Verhaltens der Papille folgende Einrichtung vorkommt. Dieser würden sich nach der Beobachtung Steller's [5]) auch die Sirenen anreihen, deren Papille von 10—12 Milchgängen durchbohrt sein soll.

Während für die eben aufgeführten Säugethiere die bezüglichen Thatsachen entweder klar erwiesen oder durch mehrfache Beobachtungen in der Hauptsache bestätigt sind, ist es ein anderes bei den Cetaceen.

Für die echten Cetaceen besteht keine ganz völlige Uebereinstimmung der Angaben. Die Mehrzahl der Autoren führt zwar einhellig die Existenz eines einfachen erweiterten Ausführganges für jede Zitze an, aber von Owen [6]) finde ich bei Beschreibung der Milchdrüsen eines Delphin das Bestehen zahlreicher Ausführgänge behauptet. Wenn er sich dabei auf John Hunter stützt, so steht damit die Angabe dieses Autors in Widerspruch, da von demselben ganz zweifellos nur ein eineinziger gemeinsamer Gang beschrieben wird [7]). Dies ist um so auf-

1) On the anatomy of the breast. London 1840. Ich bedaure dieses Werk nicht zu Gebote gehabt zu haben.

2) Peters, in Abhandl. der Königl. Acad. der Wiss. zu Berlin. 1866. Taf. 1. Fig. 5. m.

3) Voyage dans l'interieur de l'Afrique en 1780—1785. Liège 1790. S. 196.

4) Transactions of the Zoological Society. Vol. IV. Part. III. S. 35.

5) Ausführliche Beschreibung von sonderbaren Meerthieren. Halle 1758. S. 69.

6) Anatomy of vertebrates. Vol. III. 1868. p. 777. »The nipple itself, shown by dilating the mammary fossa is perforated by numerous lacteal ducts.«

7) Ueber den Bau und die Oekonomie der Wallfische. Uebers. v. J. G. Schneider. Leipz. 1795. S. 102.

fallender, als Owen noch auf derselben Seite die Hunter'sche Darst
wiedergiebt. Mit Hunter stimmt Rudolphi, ferner Et. Geoffroy S
laire[1]) sowie Rapp[2]) überein, so dass die von Owen gelieferte Besc
bung auf einem Missverständnisse zu beruhen den Anschein hat.

Die Cetaceen entfernen sich also sowohl von den Sirenen als von den übrigen, mehrfache Ausführgänge der Milchdrüse besitze deciduaten Säugethieren, und schliessen sich mehr dem zweiten T an, welchem zunächst Wiederkäuer und Schweine angehören. Bei ersteren ist das übereinstimmende Verhalten in grosser Ausdehn nachgewiesen, so dass es als ein gemeinsam ererbter Charakter ge kann. Auch bezüglich der Schweine besteht keine bedeutende Diverg der Angaben und die Mehrzahl derselben theilen der Zitze einen e zigen Ausführgang zu, womit ich nach eigenen Beobachtungen an S scrofa übereinstimmen kann. Von zwei Ausführgängen spricht Mil Edwards[3]), indem er sich auf A. Cooper bezieht.

Schwieriger ist die Beurtheilung des Verhaltens der Einhufer, f welche bekanntlich in jeder der zwei Zitzen zwei Ausführgänge (Strich canäle) nachgewiesen sind. Man könnte hier annehmen, dass von eine grösseren Anzahl von discreten Milchdrüsen, wie sie die übrigen Säuge thiere erkennen lassen, nur zwei sich ausgebildet haben, und dass jede der beiden Strichcanäle dem Ausführgang einer einzigen primitiv Drüse entspräche, in welchem Falle die Einrichtung sich dem erste Typus anreihen liesse. Durch die Prüfung des Verhaltens jeder de beiden Zitzencanäle giebt sich jedoch eine überaus grosse Uebereinstimmung mit dem einzigen Zitzencanale der Wiederkäuer kund, indem auch bei der Stute eine ausgebuchtete Erweiterung des Canals z reiche Milchgänge aufnimmt. Vergl. hierüber die Darstellungen Rudolphi's l. c. Taf. I. Fig. 1 und Taf. II. Fig. 4., ferner die Beschreibung und Abbildung in L. Frank's Handbuch der Anatomie der Hausthiere. S. 69 Dadurch gelangt man zu der Auffassung, dass die bei Wiederkäuern auf je zwei einer Seite angehörigen Zitzen vertheilten Apparate bei den Einhufern jedenfalls in einer einzigen Zitze vereint sind. Die Zitze einer Stute würde demnach zwei Zitzen eines Wiederkäuers entsprechen, und das gesammte Euter der Stute bezüglich der Ausführwege sich viel näher an das mindestens vier Zitzen tragende Euter der Wiederkäuer anschliessen, als es bei der blossen Beachtung der äusseren Verhältnisse der Zitze den Anschein hat.

---

1) Fragmens sur la structure et les usages des Glandes mammaires des Cétacées. Paris 1834.

2) Die Cetaceen. Stuttgart 1837. S. 177.

3) Leçons sur la Physiologie. T. IX. p. 128. Anmerk.

Diese Verbindung von zwei Milchdrüsencomplexen und die Vereinigung ihrer Ausführwege in eine Zitze möchte ich jedoch nicht direct von einer Verschmelzung discret bestehender Zitzen ableiten, als vielmehr von einer allmählich stattfindenden Verschiebung der ersten Anlage der Drüsen. Wenn man sich vorstellt, dass an der Stelle einer jeden der beiden Zitzen die beim Rinde wie bei anderen Wiederkäuern einfache Drüsenanlage (vergl. den Aufsatz von M. Huss) doppelt vorhanden ist, dass ferner diese beiden Anlagen sich derart unter einander verbinden, dass der für jede bestehende Cutiswall beide Einsenkungen gemeinsam umzieht, aber auch zwischen beiden Anlagen hindurch ein Septum entsendet, so wird man daraus die bei der Stute bestehenden Verhältnisse ableiten können. Diese Auffassung lässt keinen aus dem Verhalten der Strichcanäle, überhaupt aus dem inneren Raum der Zitze zu entnehmenden Einwand zu, und wird also, indem sie dazu dient, den doppelten Zitzencanal der Einhufer aufzuklären, die Milchausführwege des Euters der letzteren mit jenem der Wiederkäuer in engeren Zusammenhang zu bringen.

Die beiden Typen der Papille vertheilen sich also derart über die Säugethiere, dass die eine auch beim Menschen bestehende, den Affen, Halbaffen, Carnivoren, Edentaten, Nagern, dem Elephant, Rhinoceros, und den Sirenen, der andere den Cetaceen, Wiederkäuern und Einhufern zukommt. Vermittelnde Formen sind in diesen Abtheilungen nicht bekannt geworden. Von um so grösserer Bedeutung ist die Thatsache, dass unter den Beutelthieren ein die beiden extremen Papillenformen der monodelphen Säugethiere vermittelnder Zustand gefunden wird.

Nach den Untersuchungen von J. Morgan[1]) erscheinen bei jungen Känguruhs die vier Zitzen als wenig bedeutende Erhebungen oder Fortsätze des Integumentes, Gebilde, deren terminale Fläche eine Grube aufweist. Diese leitet in einen die Zitze durchsetzenden Canal, an dessen Ende ein papillenartiger Körper vorspringt. Des letzteren Oberfläche wird von den Mündungen zahlreicher Milchgänge durchsetzt. Dieser Befund scheint sich bis zu jener Periode zu erhalten, in welcher das Thier seine Jungen säugt. Alsdann tritt die Papille aus dem Grunde des Canales hervor und steht, vom Munde des Jungen umfasst, am freien Ende einer ziemlich langen Zitze. Ob das Hervortreten der Papille durch das Junge besorgt wird, ist unbestimmt. Die terminale Papille erscheint dabei den Grössenverhältnissen des Mundes der saugenden Jungen angepasst, und bei ausgewachsenen Weibchen giebt sich auch fernerhin eine solche Anpassung der Zitzen an das Wachsthum der Jungen zu erkennen,

1) Transactions of the Linnean Society. Tome XVI. S. 61 und S. 455.

worüber ich bezüglich des Näheren ebenso auf die citirte Schrift verweise, wie bezüglich der Verschiedenheit des Verhaltens des vordern und hinteren Zitzenpaares. Das Wesentliche des aufgeführten Befundes wird darin zu suchen sein, dass der Zustand der Zitze zu verschiedenen Zeiten verschieden ist, dass vor der Lactation die Zitze von einem Canale durchbohrt erscheint, in dessen Grund die Mündungen der Milchdrüsengänge angebracht sind, während mit der Function der Zitze eine Umstülpung erfolgt, durch welche die auf einer Papille ausmündenden Milchgänge auf die Spitze der Zitze gelangen.

Diese beiden an einer und derselben Zitze erscheinenden Zustände entsprechen den beiden oben geschilderten Typen der Zitze. Der zweite bei Wiederkäuern und Einhufern herrschende Typus entspricht im Wesentlichen dem ersten Zustande der Zitze bei Känguruhs, sowie der erste Typus mit dem spätern Befunde der Zitze bei den genannten Beutelthieren übereinstimmt.

Die einfach perforirte Zitze der Wiederkäuer kann daher ebenso wie die mehrfach von Milchgängen durchsetzte Papille der Mehrzahl der Säugethierabtheilungen von einer bei einer Gruppe der Beutelthiere noch fortbestehenden Einrichtung abgeleitet werden, und diese erscheint jenem andern differenzirteren, weil nicht mehr beiderlei Befunde verbindenden Verhältnisse gegenüber als ein Zustand der Indifferenz. Wie sich diese nach beiden so divergenten Richtungen auflöste, wird Gegenstand einer besondern Erwägung sein müssen.

Das primäre Verhalten der Zitze bei Känguruh's wird als der niedere Zustand beurtheilt werden dürfen, da es vom zweiten Zustand vorausgesetzt wird, und diesen aus sich hervorgehen lässt. Wir können nun jene Form mit jener bei Wiederkäuern verknüpfen, wenn wir annehmen, dass das neugeborne Junge nicht jener kleinen im Innern der Zitze geborgenen, die Mündungen der Milchdrüsengänge tragenden Papille bedarf, um an der Zitze sich anzusaugen, dass vielmehr das Volum seines Mundes ihm gestattet, die primäre Zitze selbst aufzunehmen. In diesem Falle wird eine gewisse Grösse der neugeborenen Jungen vorausgesetzt werden müssen, welche zugleich die didelphe Brutpflege ausschliesst, oder doch wenigstens nicht in dem Maasse zulässt, wie er bei den Halmaturen noch besteht. Man wird sich vorstellen können, dass mit dem allmählichen Schwinden des Didelphismus einer bestimmten Säugethierform und der dabei durch das längere Foetalleben erzielten Grössenzunahme des neugebornen Jungen die im Innern der primären Zitze befindliche Papille allmählich nicht mehr in Verwendung kommt, indem bald nur das Ende der primären Zitze

erfasst wird, aus welchem jetzt ein einziger Canal die Milch ausleitet. Die fortgesetzte Vererbung dieser Praxis muss dann von einer allmählichen Rückbildung der im Grunde des Zitzencanals geborgenen Papille begleitet sein, wodurch die Milchdrüsengänge einfach in dem Grunde des Canals zur Mündung kommen. Die hier bei Wiederkäuern u. s. w. sich findende Erweiterung des Canals zu einem sinuösen Milchbehälter wird dann als eine fernere, aber für unsere Zwecke minder wichtige, wieder aus einer Anpassung erklärbaren Veränderung zu betrachten sein. So erscheint also ein eigenthümlicher Typus der Zitze bei einer Abtheilung monodelpher Säugethiere aus einer bei Didelphen bestehenden Zitzenform ableitbar.

Bestärkt wird die Richtigkeit dieser Ableitung nicht wenig durch den in der bezüglichen monodelphen Säugethiergruppe (der Schweine, der Wiederkäuer und der Einhufer) waltenden hohen Ausbildungsgrad der neugebornen Jungen, im Gegensatze zu den meisten anderen Abtheilungen der monodelphen Säugethiere, deren Junge einen minder hohen Reifegrad mit zur Welt bringen.

Der andere Zitzen-Typus ist in gleicher Weise von der geschilderten Form der Halmaturen-Zitze ableitbar, und zwar vom zweiten Zustande derselben, der durch die terminal gestellte, von mehrfachen Milchdrüsengängen durchsetzte Papille ausgezeichnet ist. Diese Form ist als die höhere und differenzirtere bezeichnet worden. Man kann sie in den entsprechenden Zitzen-Typus der monodelphen Säugethiere überleiten durch die einfache Annahme, dass der bei den Känguruh's sich jedesmal wiederholende Act des Hervortretens der Papille aus dem sie umgebenden Zitzen-Schlauche allmählich sich derart vererbt hat, dass er in einer immer früheren Lebensperiode sich bildet. Der aus einer Anpassung an das säugende Junge temporär erworbene Befund fixirt sich, und wird zu einem constanten Charakter. Das Hervortreten der Papille erscheint dann als das sich vererbende Moment, welchem der von Huss geschilderte Vorgang der Erhebung der Papille aus dem Grunde der vom Drüsenfelde eingenommenen Einsenkung entspricht. Der Zitzenschlauch ist in diesem Stadium durch den die Einsenkung umziehenden Cutiswall repräsentirt, und die Einsenkung selbst erscheint dem Canale homolog der bei Känguruh's den Zitzenschlauch bis zu dem Papillenvorsprung hinab durchsetzt. Bei den meisten Beutelthieren scheint diese Vererbung bereits stattgefunden zu haben, so dass sich der Typus ihrer Zitzen dem jener Gruppe von Monodelphen nähert, zu welcher auch der Mensch gehört.

In vorstehender Deduction habe ich also im anatomischen Verhalten der Zitzen einer Abt[illegible]upialia das Verbindungsglied von

zwei bei den monodelphen Säugethieren sehr different erscheinende Zitzenbildungen aufgedeckt, so dass diese sich nicht mehr fremd gegenüberstehen, und auch in ihren genetischen Beziehungen vollkommen verständlich erscheinen werden. Es bleibt nun noch die Eigenthümlichkeit der Känguruh-Zitze zu erklären, eine Form, die an sich unverständlich ist. Denn wenn die im Grunde des Zitzenschlauches liegende Papille in Function kommend vom Munde des saugenden Jungen umfasst werden soll, so muss sie erst aus dem Grunde des Schlauches hervortreten, und damit das freie Ende der Zitze bildend, in ein Verhältniss eingehen, welches nicht ursprünglich gegeben ist, nicht als ein ererbtes und damit typisches erscheint. Die Erklärung wird also sich wesentlich auf den primären Zustand jener Beutelthierzitze zu richten und nachzuweisen haben, in wiefern dieser Zustand auf einer Vererbung begründet sein kann. Lässt sich eine mit jenem primären Zustand congruente Form des Ausführungsapparates der Milchdrüsen auffinden, welche zugleich die Anpassung an eine bestimmte Art der Function ausdrückt, so wird man diese Form unbedenklich mit jenem primären Zustand der Känguruh-Zitze in Verbindung bringen dürfen, indem letztere dann von ihr sich ableiten lässt.

Die Lösung dieser Frage kann von den Monotremen aus unternommen werden. Die beiden bis jetzt bekannten Monotremen-Gattungen bieten bezüglich des Baues ihres Säugeapparates ebenso bedeutende Uebereinstimmungen als einige bemerkenswerthe Verschiedenheiten dar [1]. Bei Ornithorhynchus findet sich jederseits in der mittleren Bauchgegend eine, wie es scheint, wenig vertiefte nur durch etwas dunklere Färbung der Cutis ausgezeichnete Stelle des Integumentes, an welcher eine grosse Anzahl von Drüsen mit discreter Oeffnung zur Ausmündung kommen. Nach langem von einer Anzahl von Forschern über die Deutung dieser Drüsen geführtem Kampfe fiel bekanntlich die Entscheidung zu Gunsten des mammalen Charakters des Schnabelthieres aus, und die Bedeutung jener Drüsen als Milchdrüsen ward allgemein angenommen. Da eine Papille fehlte, auch bei offenbar im Lactationsgeschäfte begriffenen Weibchen keine Andeutung zeigte, da ferner die Configuration der Mundorgane des unreif geborenen Jungen zum activen Ergreifen und Umfassen eines Theiles der bezüglichen das Drüsenfeld vorstellenden Integumentfläche in keiner Weise geeignet erschien, so konnte man sich nur der Vorstellung hingeben, dass das

1) Vergl. vorzüglich J. Fr. Meckel, Ornithorhynchi paradoxi anatome. Lipsiae. 1826. Ferner Owen. Philosophical Transactions 1832. S. 517 und Philos. Transact. 1865. S. 671.

dem Drüsenfelde angelagerte Junge von der secernirten Milch aufnehme, ohne an der Mutter angesaugt zu sein. Der Mechanismus der Lactation zeigt sich demnach auf der niedrigsten Stufe, und es ist mehr der mütterliche als der kindliche Organismus, dem die bedeutendere Rolle zufällt. Der Umstand, dass das Junge sich nicht an der Mutter befestigt, und demgemäss nicht von derselben weiter getragen wird, steht mit dem Nestbaue des Thieres ebenso im Zusammenhange, wie dieser wieder von dem die Begleitung der Mutter nicht gestattenden Aufenthalte der Letzteren im Wasser abhängig erscheint (Owen).

Weiter differenzirt ist das Organ bei Echidna, deren beide Milchdrüsencomplexe im Grunde einer taschenförmigen Vertiefung des Integumentes der Bauchfläche ausmünden. Das bei Ornithorhynchen oberflächlich gelagerte Drüsenfeld findet sich hier als Grund einer Hauttasche (marsupial or mammary pouch; Owen.), welcher jedoch mit dem Marsupium der Beutelthiere nur ganz oberflächliche Aehnlichkeiten darbietet. Sie ist schon dadurch von diesen Bildungen verschieden, dass jedes der beiden Drüsenfelder in einer besondern Tasche liegt, die also eine jeder Mamme zukommende Bildung vorstellt, während das Marsupium der Beutelthiere ein den gesammten Drüsen gemeinsames, weil sämmtliche Zitzen umschliessendes Gebilde ist.

Der das Drüsenfeld repräsentirende blinde Grund der Mammartasche von Echidna besitzt ausser den zahlreichen Drüsenmündungen keinerlei andere Bildungen, und namentlich ward eine Papille vermisst. Am Eingange in die Tasche zeigt das Integument eine leichte Wulstung, ist aber noch wie in der übrigen Umgebung mit Haaren besetzt, die erst gegen die Einsenkung spärlicher werden, woselbst die Cutis zugleich sich verdünnt. Die Berücksichtigung der geringen Grösse der unreif geborenen Jungen, sowie die Würdigung der Beschaffenheit seiner Mundorgane hat es Owen wahrscheinlich erscheinen lassen, dass das Junge in die Mammartasche eingebettet wird, und dort mit seiner breiten schlitzförmigen Mundöffnung die ernährende Secretionsflüssigkeit aufnimmt, die durch die Wirkung eines Muskels auf die Drüsen aus den Mündungen der letzteren austritt. Die Mammartasche wird demnach zur Aufnahme des Jungen dienen, und damit functionell einem Marsupium vergleichbar sein, wenn sie auch niemals mit einem solchen homolog ist. Im Vergleiche mit Ornithorhynchus entspricht sie einer Weiterbildung des dort gegebenen Verhaltens, und erscheint als eine vom Integument ausgehende Anpassung an das sich hier anlegende Junge, welches dadurch von der Mutter mit umhergetragen werden kann. Vergleicht man die Mammartasche von Echidna mit dem Verhalten der primären Zit[illegible] [illegible]ruh's, so wird man die einzige bedeutendere

Verschiedenheit in der hier bestehenden Papille finden, die aber ebenso im Grunde einer Vertiefung liegt, wie das Drüsenfeld von Echidna. Wenn wir uns nun die Mammartasche von Echidna als eine Anpassung an das sich in sie einlagernde Junge erklären müssen, so wird der Canal im primären Zitzenschlauche von Halmaturus, damit in Beziehung gebracht, als eine Vererbung eines ähnlich wie bei Echidna bestehenden Befundes zu erklären sein. Jener Canal wird einmal eine Zeitlang dem zur Zitze gelangenden Jungen zum Aufenthalte gedient haben.

Ich sehe demgemäss in jenem eigenthümlichen Verhalten der primären Zitzen der Känguruh's eine durch Vererbung forterhaltene Einrichtung, die aus einem Zustande stammt, in welchem das Junge sich in einer Mammartasche barg, wie solches noch bei Echidna fortbesteht. Die primäre Zitze des Känguruh's repräsentirt nach dieser Auffassung eine Mammartasche. Der gewulstete Rand der Mammartasche der Echidna entspricht dabei der etwas stärkeren vom primären Zitzenschlauche der Känguruh's vorgestellten Erhebung des Integumentes. In dem Vorhandensein einer Papille im Grunde des Zitzenschlauches spricht sich jedoch schon im primären Zustande die Zitze eine bedeutende Weiterbildung dieses Apparates aus, und dadurch wird der Anschluss an die Mammartasche von Echidna kein unmittelbarer. Vielmehr leitet sich aus dem Bestehen der Papille die Voraussetzung eines Zustandes ab, in welchem das Junge nicht wie bei Echidna blos in die Mammartasche eingebettet war, und von dem Drüsensecret aufnahm, sondern das Drüsenfeld selbst mit dem Munde umfasste und dasselbe so zur Papille umformte. Da ein solcher Zustand zur Erklärung der Entstehung der Papille nothwendig angenommen werden muss, ist die in der Reihe der Thatsachen bestehende Lücke durch jene Voraussetzung auszufüllen. Die Rückbildung der Function der Mammartasche als eines Marsupialapparates wird erklärlich aus der Entwicklung des echten Marsupiums. Sobald dieses sich bildet, bedarf es nicht mehr der das Junge umschliessenden Mammartasche, da eben das Marsupium nicht blos das einzelne Junge, sondern alle zusammen umschliesst. Die Ausbildung des echten Marsupiums wird also eine Instanz für die Rückbildung der Mammartasche sein. Andererseits steht ebenso die Entwicklung der Papille hiermit in Einklang, insofern diese eben aus der Befestigung des Jungen am Drüsenfelde hervorgeht, und damit eine vom benachbarten Integumente ausgehende, zur Fixirung des Jungen in der Nähe der Milchdrüsenöffnungen (am Drüsenfelde) beitragende Bildung als nicht mehr nothwendig erscheinen lässt.

Die Ableitung der primären Zitzenform der Känguruh's von der

Mammartasche der Monotremen und wieder die Ableitung der Wiederkäuerzitze von der primären Zitzenform jener Marsupiaten, endlich der Zusammenhang der zwischen der secundären Form der letzteren und dem verbreiterten Zitzentypus der monodelphen Säugethiere besteht: alle diese Beziehungen schliessen die mehrfachen Formzustände einer der ersten Ernährung der geborenen Jungen dienenden Einrichtung enger an einander, und verweisen auf eine gemeinsame bei den Monotremen bestehende Form, die, den niedrigsten, indifferentesten Zustand vorstellend, als Grundform gelten darf. Die oben vorgeführten verschiedenen Zustände erscheinen als Differenzirungen dieser Grundform, sie sich bei Ornithorhynchus darbietet. Eine Anzahl Drüsen, die aus weiter entwickelten, in bestimmter Richtung differenzirten Hautdrüsen entstanden angesehen werden können, mündet jederseits auf einer Hautstrecke des Abdomens aus. Diese Fläche repräsentirt, von zahlreichen Oeffnungen durchbohrt, das »Drüsenfeld«. Aehnliches besteht auch noch bei Echidna, aber das Drüsenfeld liegt im Grunde einer vom Integumente gebildeten Vertiefung, der Mammartasche, in welcher das Junge sich einlagert.

Bei Beutelthieren tritt die Mammartasche aus ihrer Function, denn es hat sich im Marsupium ein anderer Schutzapparat für die saugenden Jungen gebildet. Morphologisch besteht eben die Mammartasche noch in der primären Form der Zitze. Im Grunde der functionell rückgebildeten Mammartasche ragt eine das Drüsenfeld tragende Papille vor. Diese tritt aus der Mammartasche vor, wenn das Junge sich ansaugt, und bildet die Spitze der Zitze, deren Basis von der umgestülpten Mammartasche vorgestellt wird.

Daraus leiten sich zwei verschiedene Typen der Zitzen ab. Der eine ist bei den Wiederkäuern u. s. w. repräsentirt. Er legt sich sehr frühzeitig, und dadurch auf eine sehr alte Ererbung den Schluss gestattend, in Gestalt einer Mammartasche an, indem das vertiefte Drüsenfeld von einem Cutiswall umzogen wird. Diese Anlage entspricht dem Befund der Monotremen, vorzüglich bei Echidna. Bald wächst die Wand der Mammartasche, resp. der Cutiswall, weiter in die Höhe, und bildet die Zitze, deren Binnenraum — die ursprüngliche Mammartasche — zu einem gemeinsamen Ausführweg der am Drüsenfelde sich öffnenden Milchgänge verwendet wird.

Im andern Typus zeigt die erste Anlage des Drüsenfeldes gleichfalls eine Einsenkung, es besteht also auch hier die Spur einer Mammartasche (Vergl. die von Huss auf Taf. XIII. Figg. 5. u. 6. gegebene Darstellung dieses Verhaltens beim Menschen), die deshalb von grösster Bedeutung ist, weil sie als eine von einem niedern, nur noch bei den

Monotremen bestehenden Zustande ererbte Einrichtung sich darstellt. Dieses Stadium verschwindet aber bald, indem die Einsenkung sich erhebt und der Cutiswall sich abflacht. Da die centrale Erhebung vor dem gänzlichen Verschwinden des Cutiswalles auftritt, wird an das primäre Zitzenstadium der Beutelthiere (Halmaturen), ein Anklang gegeben, der noch durch die längere Dauer dieses Stadiums besonders wichtig ist. Wir treffen dann den Cutiswall, wie er eine Vertiefung umschliesst, aus der die lange Zeit sehr niedere Papille hervorragt. Der Cutiswall repräsentirt hier den Zitzenschlauch jener Beutelthiere, die Vertiefung entspricht dem Binnenraume des primären Zitzenschlauches, und die Papille eben demselben Gebilde, welches als Papille bei Halmaturen im primären Zitzenschlauche liegt. Dagegen schreitet die Erhebung des Drüsenfeldes weiter und lässt die Ausführgänge der Drüsen allmählich auf die Spitze eines Vorsprungs, eben der Papille gelangen.

Indem der der Papille zugewendete Theil des Cutiswalles in die Areola mammae übergeht, findet sich in letzterer ein der Zitze der Wiederkäuer nothwendig fehlendes Gebilde. Denn wenn diese Fläche der Innenwand der Mammartasche entspricht, kann sie bei Wiederkäuern nur im Zitzencanale gesucht werden, ebenso wie sie bei Halmaturus an die Aussenfläche der Zitze zu liegen kommt, sobald die primäre Form der Zitze in die secundäre übergeht. In dem vom benachbarten Integumente verschiedenen Verhalten der Areola mammae drückt sich somit die letzte Spur einer Einrichtung aus, deren erste Anfänge in ganz anderer functioneller Verwandung bis zu den Monotremen hinab zu verfolgen sind.

Das volle Verständniss der Tragweite der Thatsache von der bedeutenden Verschiedenheit der beiderlei Typen der Zitzen bei der Abtheilung der monodelphen Säugethiere, lässt erkennen, dass die letzteren in mehrfachen, mindestens in zwei besonderen Stämmen, aus den Didelphen hervorgingen. Der eine Stamm umfasst diejenigen, in deren Mammartasche es entweder zu keiner Papillenbildung kam, oder wo die Papille einer Rückbildung erlag, welche letztere Möglichkeit bereits oben erwogen wurde. Hieher würden also die Schweine, die Wiederkäuer und Einhufer gehören, indess die echten Cetaceen zwar im Allgemeinen gleichfalls hier sich anreihen lassen, aber doch wieder in bemerkenswerther Weise abweichen [1].

---

1) Die bedeutendste Eigenthümlichkeit der Cetaceen-Zitze erkenne ich in ihrer Einlagerung in eine Hautvertiefung, die kaum anders als Mammartasche zu deuten ist. Wäre die Zitze von mehrfachen Ausführgängen durchbohrt, so würde die Erklärung des Gesammtverhaltens wenig Schwierigkeit darbieten. Da aber das Drüsenfeld nicht an der Oberfläche der Zitze gesucht werden darf, so liegt

Der zweite Stamm umfasst sämmtliche Deciduaten, denen noch die Edentaten, aber auch Rhinoceros und die Sirenen aus der Abtheilung der Indeciduata sich anschliessen. Was die Sirenen und Rhinoceros betrifft, so ist deren Stellung unter die Indeciduata wegen der Unbekanntschaft mit deren bezüglichen Einhüllen problematisch. Für die Sirenen war die Annahme einer näheren Verwandtschaft mit dem Ungulaten, speciell mit den Artiodactylen bestimmend für die Voraussetzung eines mit letzteren gleichen Verhaltens der Placenta, ebenso wie die Zugehörigkeit der Rhinoceroten zu den Perissodactylen aus verwandtschaftlichen Verhältnissen mit Tapiren und Pferden gefolgert ward. Ob diese Verwandtschaften wirklich in der bis jetzt festgehaltenen Weise bestehen, wird nochmals zu prüfen sein, nachdem durch die Würdigung der Zitzen einige Zweifel erregt worden sind. Mancher der hoch angeschlagenen Charaktere der Perissodactylen verliert an Werth, sobald die Vergleichung sich über die Ungulaten hinaus erstreckt, und durch die Verwandtschaft mit Hyrax wird ohnehin die Stellung der Rhinoceroten als noch keineswegs aufgeklärt gelten dürfen.

Was die Edentaten betrifft, so ist deren Stellung zu den Indeciduaten wohl sicherer, allein es bleibt bei dem mehr negativen Charakter dieser letzteren Abtheilung nicht ausgeschlossen, dass die genannte Ordnung selbständig aus dem didelphen Stamme sich abgezweigt hat. Gegen letztere Beziehung spricht nun keineswegs das Verhalten der Zitzen, da eben bei den Didelphen die Ausbildung jener Form dieser Organe hervorging, welche den Deciduaten ebenso wie den Edentaten unter den Indeciduaten zukommt.

Indem ich die Bemerkungen schliesse, will ich noch beifügen, dass ich damit nur einen Theil dieses Gebietes berührt habe, und zwar jenen, welcher der anatomischen Prüfung noch am meisten zugängig ist. Ein anderer, die Zahlenverhältnisse der Milchdrüsengruppen und ihrer Ausführapparate umfassender Gebietstheil blieb von mir deshalb unberücksichtigt, weil die hier sich erhebenden Fragen noch keine sicheren Angriffspunkte darbieten. Welche Rollen hierbei Vererbung und Anpassung spielen, ist noch vollständig dunkel. Dass diese Momente jedoch auch hier von grösster Wichtigkeit sind, dürfte eben so sicher sein, als ihre hohe Bedeutung aus der eben ausgeführten Vergleichung nicht zu verkennen sein wird.

---

hier ein Fall vor, der nicht so einfach auf den einen oder andern Typus zu beziehen ist. Die Möglichkeit, dass hier eine besondere, vielleicht direct aus dem didelphen Zustande stammende Form besteht, ist zwar nicht sofort zurückzuweisen, allein es bedarf hier vor Allem genauerer Untersuchung.

Ueber die Producte der Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Phosgenaether und Iodaethyl.

Mitgetheilt von

A. Geuther.

---

1. Mittheilung.

In der Nachricht über ihre Versuche mit Phosgenaether geben Wilm und Wischin [1]) an, dass sich derselbe mit Natrium gerade auf in Kohlenoxyd, Kohlensäureaether und Chlornatrium spaltet und dass höchst wahrscheinlich aus diesem Grunde ihre Versuche ein-, zwei- und dreibasische Säuren synthetisch durch Eintragen von Natrium in ein Gemenge von Phosgenaether und den Haloidverbindungen der einatomigen, zweiatomigen und dreiatomigen Alkoholradicale darzustellen nicht gelungen seien. Etwas Näheres über diese Versuche wird aber nicht berichtet. Da ich der Meinung war, dass bei der Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Phosgenaether und Iodaethyl jedenfalls besondere durch Substitution hervorgehende Producte entstehen würden, wenn auch nicht gerade die von Wilm und Wischin Erwarteten, so habe ich Herrn Dr. Franz Matthey veranlasst diese Reaction näher zu studiren. Seine Resultate, welche sich auf das nähere Studium der dabei erhaltenen nicht sauren Producte beschränken, bilden den Inhalt dieser ersten Mittheilung.

Natrium wirkt auf Phosgenaether für sich der Hauptsache nach in der von Wilm und Wischin angegebenen Weise ein, es entsteht Natriumchlorid, Kohlenoxyd und Kohlensäureaether, daneben aber auch Aethylkohlensaures Salz und eine geringe Menge Oxalsaures Salz, welche beide Körper als Producte der Einwirkung von Natrium auf Kohlensäureaether gekannt sind [2]).

---

1) Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. 147 p. 151.

2) Vergl. diese Zeitschrift Bd. IV. p. 260. Eine andere Einwirkung als das

Fügt man 2,5 Grm. Natrium in möglichst dünnen Scheibchen zu der Mischung von 10 Grm. Phosgenaether und 20 Grm. Iodaethyl, welche sich in einem Kochfläschchen befindet, so tritt rasch Erwärmung des Gemenges ein und man hat sofort die Verbindung mit einem umgekehrten Kühler herzustellen, um Substanzverlust zu vermeiden. Die anfänglich nur schwache Gasentwicklung steigert sich rasch nach einigen Minuten und wird, wenn man nicht bald für gute Abkühlung durch kaltes Wasser gesorgt hat, sogar stürmisch. Das sich entwickelnde Gas brennt an der Spitze mit leuchtender, unten mit blauer Flamme. Es enthält nur Spuren von Kohlensäureanhydrid, dagegen viel Kohlenoxyd und wahrscheinlich auch eine grössere Menge von Aethyl. Nach Verminderung der Gasentwicklung kann die Reaction durch Erhitzen im Wasserbade auf 60—70° zu Ende geführt werden. Wird der Rückstand im Kölbchen mit Wasser behandelt, so scheidet sich ein auf der Salzlösung schwimmender öliger Körper ab, der mit Aether aufgenommen werden kann. Nach Abdestilliren des Letzteren bleibt er wieder zurück und zeigt der Rectification unterworfen einen von 100 bis 250° steigenden Siedepunkt. Um grössere Mengen desselben zu erhalten, wurde nach mehreren Versuchen folgende Art der Darstellung als die zweckmässigste erkannt. Man umgiebt das Kölbchen, worin sich die oben angegebenen Mengen von Phosgenaether und Iodaethyl befinden, mindestens mit Eiswasser, noch besser mit einer Kältemischung, und fügt erst nach einiger Zeit das Natrium in möglichst dünnen Scheibchen und möglichst rasch zu, verbindet sofort das Gefäss mit einem weiten umgekehrten Kühler, den man mit Eiswasser versehen hat und lässt durch das offene Ende desselben etwa 20 Grm. gewöhnlichen wasserfreien Aether dazu fliessen. Dieser leitet die Einwirkung sofort ein und vermindert die Heftigkeit derselben. Nach Verlauf von 15—20 Minuten ist dieselbe nahezu beendigt und nun kann der Kolben allmählich im Wasserbade auf 70—80° erhitzt werden. Nach Verlauf von etwa einer Stunde kann die Operation als beendigt angesehen werden. Nur bei Anwendung einer Kältemischung ist es möglich 15

Natrium übt das Zink auf den Phosgenaether, derselbe wird nämlich beim Erhitzen damit am umgekehrten Kühler im Wasserbade noch unter seinem Siedepunkt hauptsächlich in Aethylchlorid und Kohlensäureanhydrid zersetzt, ohne dass am Zink eine Veränderung zu bemerken wäre. Es ist dies dieselbe Zersetzung, welche der Phosgenäther nach Wilm und Wischin erfährt, wenn er für sich bis gegen 150° erhitzt wird. Das gleichzeitige Auftreten aber von Chlorwasserstoff dabei deutet noch eine andere Zersetzung an, welche vielleicht unter Entstehung von Leuchtgas vor sich geht. Amalgamirtes Zink und Zinkstaub wirken ebenso, letzterer aber bei niedrigerer Temperatur. Platinschwamm übt diese Wirkung nicht.

oder höchstens 20 Grm. Phosgenaether auf einmal zu verwenden. Der Kolbenrückstand wird mit Aether wiederholt ausgezogen, der aetherische Auszug mit etwas Wasser gewaschen, über Chlorcalcium völlig entwässert und der Aether aus dem Wasserbade vorsichtig abdestillirt. Letzterer enthält das noch unverändert gebliebene Iodaethyl, während der Rückstand, dessen Menge bei Anwendung von 10 Grm. Phosgenaether höchstens 3,5 Grm. betrug, das Höhersiedende darstellt. Gegen 600 Grm. Phosgenaether wurde auf diese Weise behandelt.

Bei der mit der Gesammtmenge des erhaltenen höher siedenden Productes vorgenommenen Rectification stieg das Thermometer von 100—360°, es blieb dann noch neben abgeschiedener Kohle eine braune zähflüssige in Aether lösliche Masse in geringer Menge zurück, die nicht weiter untersucht wurde. Durch wiederholte Destillation, wobei immer unter Abscheidung von Kohle noch geringe Mengen Höchstsiedendes übrig blieben, konnte der Siedepunkt des schliesslich unverändert Destillirenden bis auf 260° erniedrigt werden. Was über dieser Temperatur überging, liess keinen constanten Siedepunkt bemerken, während bei dem bis dahin Destillirenden 3 Siedepunkte erkennbar schienen, nämlich einer bei 120—130°, ein anderer bei 180—190° und ein dritter bei 250—260°.

Die sehr nahe liegende Vermuthung, dass das zwischen 120 und 130° Destillirende, welches mehr als die Hälfte der Gesammtmenge ausmachte, der Hauptsache nach aus Kohlensäureaether bestehen werde, hat sich durch die Untersuchung bestätigt. Das bei 126° dem Siedepunkt des Kohlensäureaethers Uebergegangene wurde analysirt:

0,2726 Grm. gaben 0,5308 Grm. Kohlensäure, entspr. 0,1448 Grm. = 53,1 Proc. Kohlenstoff und 0,2145 Grm. Wasser, entspr. 0,0238 Grm. = 8,8 Proc. Wasserstoff.

Da dieses Resultat der Zusammensetzung des Kohlensäureäthers, welcher 50,8 Proc. Kohlenstoff und 8,5 Proc. Wasserstoff enthält, nicht genau entsprach, so wurde wiederholt rectificirt und wieder analysirt. Gefunden wurden einmal 51,3 Proc. Kohlenstoff und 8,8 Proc. Wasserstoff, ein anderesmal 51,7 Proc. Kohlenstoff und 8,8 Proc. Wasserstoff. Diese immer noch bestehende nicht unwesentliche Abweichung der analytischen Resultate mit den berechneten führte zur Vermuthung, dass die ihren sonstigen Eigenschaften nach sich als Kohlensäureäther charakterisirende Substanz noch mit einem kohlenstoff- und wasserstoffreicheren Körper gemengt sein müsse, der sich durch Destillation nicht entfernen lasse, eine Vermuthung, die sich vollständig bewahrheitete.

Um dieses vermuthete Product, welches durch Rectification des

Kohlensäureäthers daraus abzuscheiden nicht gelang, zu erhalten, wurde die Gesammtmenge des Letzteren durch Kochen mittelst überflüssiger Natronlauge in einem mit einem umgekehrten Kühler verbundenen Kolben vollständig zersetzt. Die übriggebliebene auf der wässrigen Lösung schwimmende ölige Flüssigkeit wurde von jener getrennt und zur Entfernung etwa darin enthaltenen Alkohols mit Calciumchloridlösung geschüttelt, entwässert und rectificirt. Sie ging zwischen 100 und 180° über, das niedrigst übergehende enthielt noch Alkohol, die zwischen 130 und 140° übergegangene Portion wurde analysirt und ergab: 68,9 Proc. Kohlenstoff und 12,7 Proc. Wasserstoff; die Höchstsiedende bei 179° destillirte Parthie wurde gleichfalls analysirt und ergab: 66,5 Proc. Kohlenstoff und 10,9 Proc. Wasserstoff. Diese beiden Producte, welche dem Kohlensäureäther beigemengt waren, sind also kohlenstoff- und wasserstoffreicher als dieser und erklären die bei der Analyse desselben gefundenen Abweichungen. Da ihre Menge indess zu gering war, um eine völlige Trennung durch Destillation zu gestatten, so wurde von dieser hier Abstand genommen. Dass beides noch keine reinen Producte waren, geht aus den analytischen Resultaten hervor, welche zu keinen einfachen Formeln führen.

Die Trennung der über 130° siedenden Producte durch fractionirte Destillation war äusserst schwierig und mühsam. Nach wochenlangem Rectificiren wurden ausser den immerhin noch beträchtlichen Zwischengliedern 2 Portionen erhalten, welche als möglichst rein angesehen werden konnten, eine solche, welche bei 179° destillirte und eine solche, welche bei 249° überging. Beide waren gelb von Farbe und wurden analysirt.

Das bei 179° Uebergegangene ergab: 64,0 Proc. Kohlenstoff und 11,1 Proc. Wasserstoff; nach nochmaliger Rectification aber: 64,7 Proc. Kohlenstoff und 10,8 Proc. Wasserstoff; und nach einer dritten Rectification dieselben Resultate.

Das bei 249° Uebergegangene ergab: 72,0 Proc. Kohlenstoff und 10,2 Proc. Wasserstoff und nach nochmaliger Rectification: 72,2 Proc. Kohlenstoff und 10,1 Proc. Wasserstoff.

Da diese beiden Producte eine saure Reaction zeigten und ausser ihrem Siedepunkte kein Kriterium vorhanden war, woraus sich ihre Reinheit ergeben hätte, im Gegentheil die Vergleichung der gewonnenen analytischen Resultate des bei 179° Destillirten mit denen, welche das aus dem Kohlensäureäther nach der Behandlung mit Natronlauge erhaltene Product von eben dem Siedepunkt ergab, ihre Unreinheit wahrscheinlich machte, so wurden dieselben mit überschüssiger starker Natronlauge unter häufigem Umschütteln in zugeschmolzenen Röhren

im Wasserbade so lange erhitzt, als noch eine Abnahme ihres Volums zu bemerken war, darauf von der Natronlauge getrennt, mit Calciumchloridlösung gewaschen und entwässert. Durch die Natronlauge hatte sich bei beiden das Volum vermindert, am meisten war dies bei dem bei 179° Destillirenden der Fall und durch Kochen der Natronlauge konnte bei beiden eine wie Alkohol riechende Flüssigkeit überdestillirt werden, welche sich nach wiederholter Rectification über Aetzkalk auch als gewöhnlicher Alkohol erwies. Derselbe konnte nichts anderes, als das Zersetzungsproduct einer Substanz sein, welche dem bei 179° Siedenden in grösserer, dem bei 249° Siedenden in geringerer Menge beigemengt war und deren Siedepunkt also offenbar zwischen den Siedepunkten beider Producte, aber näher an 179° als an 249° liegen musste. Als die so gereinigten öligen Producte nun wieder destillirt wurden, ging bei beiden, bei dem von 179° Siedepunkt aber mehr als bei dem von 249° Siedepunkt, eine Parthie schon zwischen 130 und 140° über, ganz von der Art, wie sie schon bei der Zersetzung des Kohlensäureaethers durch Natronlauge erhalten worden war. Dasselbe musste also ein 2. Zersetzungsproduct jener Substanz sein, die schon den Alkohol geliefert hatte. Als 3. Zersetzungsproduct fand sich bei der Natronlauge noch Kohlensäure. Nach dieser Erfahrung wurden nun auch die Zwischenglieder von 150—179° und von 180—249° Siedepunkt der gleichen Behandlung mit Natronlauge unterworfen und dieselben 3 Producte: Alkohol, Kohlensäure und das zwischen 130 und 140° Siedende erhalten. Die Menge des letzteren Productes war im Ganzen nun so bedeutend geworden, dass eine vollkommene Reindarstellung möglich war. Dasselbe erwies sich als dasselbe

Diaethylaceton,

welches Frankland und Duppa [1]) durch Zersetzung des Diaethyldiacetsäureaethers mittelst alkoholischer Kalilösung oder mittelst Barytwasser neben Kohlensäure und Alkohol erhalten haben. Die Analyse einer zwischen 134 und 138° übergegangenen Parthie ergab 73,6 Proc. Kohlenstoff und 12,2 Proc. Wasserstoff. Die Formel: $C^7H^{14}O$ erfordert: 73,7 Proc. Kohlenstoff und 12,3 Proc. Wasserstoff.

Frankland und Duppa geben den Siedepunkt ihres Diaethylacetons zu 137,5 bis 139° an und das spez. Gewicht bei 22° zu 0,817. Das von der analysirten Substanz beobachtete spez. Gewicht war 0,820 bei 13°. Die Verbindung besitzt ausserdem auch noch den übereinstimmenden Geruch, so dass an der Identität beider Producte wohl nicht gezweifelt werden kann.

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 138. S. 212.

Da nun das Diaethylaceton zugleich mit Alkohol und Kohlensäure durch Einwirkung starker Basen aus den Diaethyldiacetsäureaether entsteht und da auch diese 3 Körper gleichzeitig als Zersetzungsproducte unter analogen Umständen in unserem Falle auftraten, so ist es sehr wahrscheinlich, dass auch unter den öligen Producten Diaethyldiacetsäureaether, dessen Siedepunkt nach FRANKLAND und DUPPA bei 210—212° liegt, mit enthalten war und dieser Aether also ein unmittelbares Product der Einwirkung von Natrium auf ein Gemenge von Phosgenaether und Iodaethyl ist. Beinahe zur Gewissheit wird dieser Schluss aber durch die Vergleichung der nun erhaltenen analytischen Resultate der übrigen Substanzen mit den früher gewonnenen.

Durch erneuete vielfache Rectificationen des vor der Behandlung mit Natronlauge bei 179° siedenden Productes konnte eine Aenderung der Siedetemperatur nicht wahrgenommen werden. Die auch jetzt noch bei 179° (corr. bei 182,5°) siedende ölige Flüssigkeit gab aber bei der Analyse folgende Resultate:

0,1965 Grm. lieferten 0,4955 Grm. Kohlensäure und 0,1998 Grm. Wasser, entspr. 0,13514 Grm. = 68,8 Proc. Kohlenstoff und 0,0222 Grm. = 11,3 Proc. Wasserstoff.

Nachdem die Substanz noch wiederholt rectificirt worden war, ergab sie folgende Zahlen:

0,1714 Grm. lieferten 0,4350 Grm. Kohlensäure und 0,1725 Grm. Wasser, entspr. 0,11864 Grm. = 69,2 Proc. Kohlenstoff und 0,019167 Grm. = 11,2 Proc. Wasserstoff.

Aus diesen Resultaten leitet sich für die Substanz die Formel: $C^9H^{18}O^2$ ab.

ber.	gef.		Vor der Behandlung mit Natronlauge wurden erhalten:	
$C^9 = 68,4$	68,8	69,2	64,0	64,7
$H^{18} = 11,4$	11,3	11,2	11,1	10,8
$O^2 = 20,2$	—	—	—	—
100,0				

Die Verbindung ist im reinen Zustande fast farblos, besitzt einen an Terpenthin erinnernden Geruch und einen brennenden hintenach bittern Geschmack. Ihr spez. Gewicht wurde bei 12° zu 0,898 gefunden. Beim Erhitzen mit concentrirter Natronlauge bleibt sie unverändert. Sie reagirt neutral. Ueber den chemischen Charakter derselben lässt sich nichts mit Bestimmtheit angeben, wahrscheinlich ist sie ein acetonartiger Körper. Vom Diaethylaceton: $C^7H^{14}O$ unterscheidet sie sich in der Zusammensetzung durch ein Mehr von C^2H^4O.

Die Rectification des früher bei 249° siedenden Productes ergab, dass auch hier der Siedepunkt durch die Behandlung mit Natronlauge nicht verändert worden war, wohl aber die Zusammensetzung.

0,2162 Grm. des bei 249° übergegangenen Antheils ergab 0,6114 Grm. Kohlensäure und 0,2133 Grm. Wasser, entspr. 0,16675 Grm. = 77,1 Proc. Kohlenstoff und 0,0237 Grm. = 11,0 Proc. Wasserstoff.

0,2770 Grm. des noch wiederholt rectificirten Productes lieferten 0,7949 Grm. Kohlensäure und 0,2737 Grm. Wasser, entspr. 0,21679 Grm. = 78,3 Proc. Kohlenstoff und 0,03041 Grm. = 11,0 Proc. Wasserstoff.

Aus diesen Resultaten lässt sich für das Product die Formel: $C^{20}H^{34}O^{2}$ ableiten.

	ber.	gef.		Vor der Behandlung mit Natronlauge wurden erhalten:	
C^{20}	= 78,4	77,1	78,3	72,0	72,2
H^{34}	= 11,1	11,0	11,0	10,2	10,1
O^{2}	= 10,5	—	—	—	—
	100,0				

Diese Verbindung ist ein gelbliches Oel, das beim jedesmaligen Destilliren unter Bräunung eine geringe Zersetzung erleidet. Im Geruch und Geschmack ist es der vorhergehenden Verbindung verwandt. Sein spez. Gewicht wurde bei 12° zu 0,934 gefunden. Es ist dickflüssig und bei Winterkälte zähe. Ueber seine chemische Natur lässt sich ebenfalls nichts bestimmtes aussagen, seine Formel setzt sich zusammen aus 2 $C^{7}H^{14}O$ (Diaethylaceton) + 3 $C^{2}H^{2}$.

Vergleicht man die analytischen Resultate, welche vor der Reinigung der beiden letzteren Producte mittelst Natronlauge erhalten wurden mit denen, welche nach der Reinigung damit erhalten wurden, so ergiebt sich, dass früher eine bedeutend geringere Menge Kohlenstoff und eine geringere Menge an Wasserstoff gefunden wurde, wie es der Fall sein musste, wenn das frühere Product noch mit Diaethyldiacetsäureäther $C^{10}H^{18}O^{3}$, welcher nur 64,5 Proc. Kohlenstoff und 9,7 Proc. Wasserstoff enthält, veruneinigt war. Dieser Thatbestand, zusammen mit dem oben auf Seite 222 u. 223 angegebenen macht also das Vorhandensein des Diaethyldiacetsäureaethers unter den Producten der Einwirkung des Natriums auf das Gemenge von Phosgenaether und Iodaethyl fast zur Gewissheit.

Jena, Ende December 1871.

Ueber Sciadopitys und Phyllocladus.

Von

Dr. Eduard Strasburger.

---

1) Sciadopitys verticillata.

Diese schöne japanesische Schirmfichte wurde unter ihrem jetzigen Namen [1]) zuerst von Zuccarini, in Siebold's Flora japonica Bd. II. fasc. 1. beschrieben und auf 2 Tafeln (101 und 102) dargestellt. Die eigenthümlichen Nadeln derselben hat vor Kurzem Hugo v. Mohl [2]) zum Gegenstand einer besonderen Arbeit gemacht. Auf anatomische Merkmale sich stützend, kam v. Mohl zu dem Resultate, dass die blattartigen Gebilde, die in den Achseln kleiner Schuppen an der erwachsenen Pflanze auftreten, nicht einfache Blätter seien, sondern der Verwachsung der beiden ersten Blätter eines im Uebrigen verkümmerten Achselsprosses ihre Entstehung verdanken. Diese Angabe widersprach früheren Deutungen: so derjenigen von Zuccarini, der sie für gewöhnliche, der Axe unmittelbar abstammende Blätter hielt (l. c. Bd. II. p. 3) — (siehe auch Partatore in Decandolle's Prodromus Pars. XVI. p. 435) und denen von Al. Dickson (in Seeman's Journal of Botany IV. 1866, p. 224) der sie für phylloide Stengel (phylloid shoots) analog denen von Phyllocladus, erklärte. Aus einer Stelle bei Engelmann »Ueber die Charaktere der Abietineen-Genera« in der bot. Zeit. 1866, p. 486, geht hervor, dass derselbe sie übrigens auch, als aus 2 verwachsenen Blättern entstanden aufgefasst hatte und sprach er diese Aussicht auch in der Sitzung der Naturfreunde in Berlin (1868 p. 11) aus, ohne sie jedoch eingehender zu motiviren.

---

1) Früher als Taxus verticillata. Thumberg, flora jap. p. 276.

2) Morphologische Betrachtungen des Blattes von Sciadopitys. Bot. Zeit. 1871, 101 und 102.

Mir schien es von Wichtigkeit die von Hugo v. Mohl anatomisch gewonnenen Resultate entwicklungsgeschichtlich zu prüfen und eine kräftige Pflanze von Sciadopitys verticillata im hiesigen botanischen Garten bot mir die Gelegenheit hierzu.

Bekanntlich wechseln an der entwickelten Pflanze verlängerte Internodien, die an hervorragenden Pulvini nur verkümmerte, schuppenartige Blätter tragen, mit sehr kurzen Internodien ab, wo in den Achseln dieser Schuppen die langen, nadelförmigen Gebilde stehen, scheinbar einen Quirl um die Axe bildend. Diese blattartigen Gebilde [1]) sind linienförmig, an der stumpfen Spitze eingeschnitten, auf der oberen Seite convex, auf der unteren Seite ziemlich abgeflacht; in der Mittellinie beider Seiten verläuft eine Furche, welche auf der oberen Seite seichter ist, dieselbe schöne, grüne Farbe und den gleichen Glanz wie die übrige Oberseite des Blattes besitzt, während die Furche der Unterseite tiefer und breiter ist und sich durch eine matte, gelblichweisse Färbung auszeichnet. Die anatomische Untersuchung zeigt, dass diese Gebilde von 2 in sich abgeschlossenen vollkommen freien Gefässbündeln durchzogen werden, diese Gefässbündel sind um ein Drittel des ganzen Blattdurchmessers von einander entfernt, ihre Markstrahlen sind nicht unter einander parallel, sondern divergiren stark nach der Oberseite des Blattes hin; doch was besonders hervorzuheben ist, ihr Holz ist nicht wie gewöhnlich der Oberseite, sondern der Unterseite zugewendet; sie kehrem dem entsprechend ihren Bast nach oben. v. Mohl schloss aus diesem Umstande, wie auch aus anderen anatomischen Thatsachen, dass diese blattartigen Gebilde aus der Verwachsung der beiden ersten Blätter, einer im übrigen verkümmerten secundären Axe entstanden seien. Es sind die beiden einzigen Blätter derselben, denn an ihrer Basis ist nichts von anderen blattähnlichen Gebilden zu bemerken; dass es Blätter sind und nicht Phyllocladus ähnliche Cladodien wie es Al. Dickson behauptete, erkannte von Mohl aus dem Vorhandensein eines nur den Coniferenblättern eigenen Gewebes, das er als Transfusionsgewebe [2]) bezeichnet und das ihre Gefässbündel umschliesst. Endlich folgt, seiner Annahme nach, aus der Stellung der Bündel, dass die beiden Blätter hier mit ihren gegen die primäre Axe des Triebes hingewandten Rändern verwachsen sind, dass daher die

1) v. Mohl l. c. p. 8.

2) l. c. p. 12. Ein Gewebe, das den Uebergang vom Gefässbündel zum umgebenden Gewebe vermittelt und in welches das Gefässbündel sich allmälig in der Blattspitze auflöst. Dieses Gewebe scheint den Uebertritt des Saftes aus den Gefässbündeln zum Parenchym des Blattes zu erleichtern.

scheinbar obere Seite des Doppelblattes organographisch als die Unterseite aufzufassen sei[1]). Gestützt wurde diese Deutung auch durch einen Vergleich mit jungen Samenpflanzen, wo die Cotyledonen und die ersten auf dieselben folgenden Blätter einfach sind, ohne Stützblatt auftreten, keinen Einschnitt an der Spitze haben und dementsprechend auch nur ein einziges Bündel besitzen, das sein Holz nach oben und seinen Bast nach unten kehrt.

Die gegebene Deutung konnte auch nicht entkräftigt werden durch das Auftreten, ja durch das Beschränktsein der Spaltöffnungen auf die untere Furche des Blattes (also auf die ermittelte organographische Oberseite) während die Cotyledonen und ersten einfachen Blätter von Sciadopitys ihre Spaltöffnungen nur auf der Unterseite tragen; denn auch bei anderen Coniferen befinden sich bei ungewöhnlicher Blattstellung die Spaltöffnungen häufig auf der aufwärts gerichteten Seite, so z. B. bei Thujopsis, Libocedrus, bei Juniperusarten etc.

An der Keimpflanze folgen auf die beiden lineal-lanzettförmigen Samenblätter die, dem ersten sehr verkürzten Jahrestriebe angehörenden einfachen Laubblätter (mit ungetheilter Spitze und einfachem Gefässbündel), mit den Samenblättern zusammen einen Scheinquirl bildend. Der nächste Jahrestrieb besitzt schon, abgesehen von der schwächeren Entwickelung, vollkommen die Organisation der späteren Triebe; der untere Theil desselben besteht nämlich aus verlängerten Internodien mit verkümmerten schuppenartigen Blättern, — der obere aus äusserst verkürzten Internodien, wo in den Achseln der Schüppchen bereits die linienförmigen, an der Spitze emarginirten, mit 2 Bündeln versehenen Blätter stehen. Es ist also, sagt v. Mohl (p. 3) auf den ersten Blick klar, dass wir einen ähnlichen Fall vor uns haben, wie ihn eine keimende Kiefer zeigt; Entwicklung des Blattes an der primären Axe im ersten Jahre, Verkümmerung desselben in den späteren Jahren an allen Trieben und Ersatz durch ein aus einer verkümmerten secundären Axe stammendes blattähnliches Gebilde. Die Keimpflanzen, die ich untersuchte, bestätigten in allen Punkten die Mohl'schen Angaben. Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen brachten aber noch weitere interessante Einzelheiten. Der Vegetationskegel von Sciadopitys unterscheidet sich nur wenig von dem der Pinusarten. Eine continuirliche Dermatogenschicht überzieht zunächst den Scheitel; unter derselben befindet sich eine doppelte Lage Periblem und das spitz nach oben zulaufendes Plerom: die beiden Letzteren nur schwach von einander geschieden. Die Blattbildung wird durch tangentiale Theilungen

1) l. c. p. 21.

der Dermatogenzellen, wie bei Pinusarten, eingeleitet. Die Blätter bleiben schuppenförmig, sind sehr einfach gebaut, besitzen eine spaltöffnungslose Oberhaut, ein lockeres, inneres Gewebe, in welchem man, in der Mediane des Blattes, der oberen Fläche näher, ein sehr einfaches Bündel verlaufen sieht. In älteren Blättern werden die Zellen der etwas dichter zusammenschiessenden, auf die Epidermis folgenden Zelllage, einzeln stärker verdickt und bilden so unregelmässig zerstreute Spicularzellen. In den Achseln dieser Blätter werden in bestimmten Intervallen die Doppelblätter gebildet. Sie treten schon in geringer Entfernung vom Vegetationskegel auf, doch erst dann, wenn ihr Tragblatt in seiner Entwicklung ziemlich vorgeschritten ist und sein einziges centrales Gefässbündel zu bilden beginnt; sie erheben sich aus der Axe durch tangentiale Theilungen im Periblem als kleine, etwas flachgedrückte Höcker, sonst durchaus wie gewöhnliche Achselknospen. Die Anlage bleibt bis an die Basis frei; ihre Oberfläche ist nur auf den allerjüngsten Zuständen gleichmässig abgerundet, zeigt aber alsbald einen deutlichen, medianen Einschnitt am Scheitel; diesem folgt an etwas älteren Anlagen ein schwacher medianer Einschnitt auf der Unterseite. Ein Scheitelwachsthum ist über dieses erste Stadium hinaus an der Anlage nicht mehr wahrzunehmen; sie wächst nur durch intercalare Theilungen, besonders an ihrer Basis, wie andere Nadeln rasch in die Länge. So lange der Einschnitt noch wenig sichtbar ist, erinnert das Doppelblatt an eine junge Fruchtschuppenanlage, etwa von Picea, noch mehr von Ginkgo; ein Vegetationskegel, auf den diese beiderseitigen Blattanlagen bezogen werden könnten, tritt hier aber nie besonders vor; der Scheitel der Axe selbst ist vor der Bildung der Querfurche jedenfalls als solcher aufzufassen, allein er geht in der Bildung der beiden Nadeln auf, so dass sich beide Anlagen in der Mittellinie unmittelbar berühren. Der Einschnitt am Scheitel ist bei jungen Doppelnadeln viel auffallender als bei älteren, denn die Doppelnadeln nehmen bedeutend an Länge zu, während der Scheitel fast unverändert bleibt. Auch die Furche auf der Unterseite der Anlage wird bald deutlicher; es hat sich eine ihr gegenüberliegende doch schwächere auf der Oberseite gebildet. Um die Anlage herum entspringen Haare, die rasch wachsen, mehrzellig werden, sich vielfach hin und her krümmen und in einer kopfförmigen Anschwellung enden; sie dienen wohl, da das Tragblatt sehr zart geblieben, zum Schutze des jungen Doppelblattes. Erst wenn das Doppelblatt etwa die Länge von 0,65 Mm. erreicht hat, beginnt die Bildung der Gefässbündel in demselben. Man sieht von den beiden nächsten Stammbündeln aus, über der Bündelinsertion des Deckblattes, je ein Bündel abgehen und ziemlich rasch in aufsteigender Richtung

sich in das Doppelblatt hinein differenziren. Ihr Verlauf wird zunächst durch das Auftreten einzelner Spiralzellen in dem langgestreckten mittleren Gewebe jedes der Doppelblätter angezeigt; einzelne Stellen werden hierbei häufig übersprungen, um alsbald durch nachträgliche Differenzirung eingeholt zu werden. Das Bündel wächst mit dem Blatte fort. Es sind dies die nämlichen beiden Bündel, die auch bei anderen Coniferen die Achselknospen versorgen und wir sehen sie auch bei Sciadopitys in diejenigen Achselknospen treten, die zu Zweigen auswachsen. Die Bündel zeigen innerhalb der Axe ihre habituelle Lage, und treten auch in derselben Lage d. h. mit schräg nach oben und aussen gerichtetem Baste in die Anlage des Doppelblattes.

Wir haben es hier also auch mit einer ganz ähnlichen Erscheinung wie bei den Früchtschuppen der Coniferen zu thun. Mit dem Wegfallen der äusseren Gliederung an der Achselknospe fällt auch die Ursache weg, welche die Bündel aus ihren ursprünglichen Bahnen ablenkte, — sie setzen nun in unveränderter Lage ihren Lauf aus der Axe fort. Diese Stellung mit schräg nach oben gekehrtem Baste hört auf wunderbar zu sein, sobald man dieses erwägt, und dass die Bündel wirklich diese Lage schon in der Axe haben und dass sie aus der Art ihrer Einfügung im Bündelkreise derselbe folgt, kann man auf jedem Tangentialenschnitte sehen.

Jedes Bündel verfolgt selbständig im Doppelblatt seinen Weg und ist zu keiner Zeit mit dem anderen verbunden; es zeigt von Anfang an dieselbe Stellung, wie im fertigen Blatte. Auf Querschnitten des Stengels durch die verkürzten Internodien, kann man die Bündelgruppen (1 fürs Deckblatt und 2 für das Achselproduct) auf ihrer Wanderung durch die Rinde in verschiedener Entfernung von der Stengelmitte verfolgen.

Dieses Alles zeigt unzweifelhaft, dass wir es hier mit einer Achselknospe zu thun haben und die Entwicklungsgeschichte lehrt uns ausserdem, dass die Vereinigung der beiden Blätter dieser Knospe zum Doppelblatte bis auf die ersten Stadien ihrer Entwicklung zurückgreift, so dass ein Vegetationskegel zwischen denselben sich zu keiner Zeit mehr nachweisen lässt. So wichtig diese Befunde, so werden sie es noch mehr, wenn man diese jungen Zustände der Doppelnadel mit den entsprechenden bei Pinus Pumilio vergleicht.

Die Kurztriebe in den Achseln der Deckblätter erzeugen bei Pinus Pumilio zunächst eine Anzahl Niederblattpaare (meist 7). Ein deutlicher Vegetationskegel ist zwischen denselben vorhanden, ähnlich dem der Haupttriebe. Nach diesen Niederblättern folgen die beiden Nadeln; sie erheben sich zu beiden Seiten des Vegetationskegels, doch so nahe an

einander, dass derselbe in ihrer Bildung fast gänzlich aufgeht; nur ein kleiner, unscheinbarer Höcker bleibt in der Mitte zwischen den Nadeln zurück und wird in die neuen Wachsthumsrichtungen nicht mit hineingezogen. Denken wir uns auch diesen mit emporgehoben, so bleiben beide Nadeln verbunden und erzeugen dieselbe Doppelnadel wie bei Sciadopitys. Diese Aehnlichkeit der Anlagen ist so auffallend, dass man sich bei ihrer Betrachtung dieses Gedankens gar nicht erwähren kann. Er erweckte denn auch in mir die Vermuthung, ähnlich verwachsene Doppelnadeln könnten ausnahmsweise bei Pinus vorkommen: ich suchte nach solchen und war auch bald so glücklich mehrere derselben, sowohl bei Pinus Pumilio wie auch bei Pinus sylvestris zu finden. Sie sind bisher wohl deshalb nur übersehen worden, weil sie den Kurztrieben mit nur einer Nadel, die ebenfalls und zwar viel häufiger vorkommen, sehr ähnlich sind. Bei aufmerksamer Betrachtung kann man sie immerhin schon äusserlich erkennen; sie sind dicker als gewöhnliche Nadeln, allseitig abgerundet und hin und wieder wie die Doppelnadeln von Sciadopitys mit 2 kurzen Spitzen am Scheitel versehen. Auf dem Querschnitte zeigten solche Pinusdoppelnadeln 2 mehr oder weniger von einander getrennte Gefässbündelgruppen, jede aus 2 Bündeln bestehend. Jedes dieser Bündelpaare verhielt sich wie das Bündelpaar eines gewöhnlichen Blattes und was von einer besonderen Schutzscheide umgeben. Wo die Verwachsung eine recht vollständige war, zeigten die beiden Bündelpaare auch die nämliche Stellung wie die beiden Bündel im Doppelblatte von Sciadopitys: sie kehrten ihre Markstrahlen und ihren Bast divergirend nach oben und nach aussen, ihr Holz nach unten und innen. Meist waren die beiden Blätter aber nicht völlig mit einander verwachsen, und dann war es, abgesehen von späteren Drehungen, stets die nach unten gekehrten Seiten, die eine mehr oder weniger tiefe Spalte zwischen sich liessen.

Das Nadelpaar schien also nicht rein transversal zu stehen, sondern nach der oberen Kante etwas verschoben. Es lässt sich das vielleicht mit dem Umstand in Zusammenhang bringen, dass häufig die Niederblätter statt decussirt nach $^{2}/_{5}$, an den Kurztrieben stehen und dann die Nadeln vielleicht auch in derselben Stellung folgen. So dürften dann die beiden letzten der Hauptaxe zugekehrten Glieder des Spirale sein und also auch nur um $^{2}/_{5}$ des Stammumfanges von einander abstehen. Möglich ist weiter, dass sie dann auch leichter verschmelzen und dass in Folge dessen solche auf der unteren Seite einen Spalt zeigende Doppelnadeln besonders häufig vorkommen. Ich habe diesen Umstand hier besonders hervorgehoben, weil er vielleicht auch erklärt, warum

bei Sciadopitys die untere Furche etwas tiefer als die obere ist. Dieser Punkt lässt sich freilich nur hypothetisch behandeln; so viel ist aber durch die Entwicklungsgeschichte und den Vergleich mit Pinus sicher gestellt, dass auch die Doppelnadel von Sciadopitys aus 2 Blättern besteht, die der Hauptsache nach mit ihren Oberseiten verbunden sind, den Vegetationspunkt der sie trennen müsste, gemeinschaftlich emporhebend.

Durch die Beobachtung homologer Fälle bei Pinus Pumilio und sylvestris werden überhaupt alle Einwände, die man sonst noch gegen die doppelte Zusammensetzung der Sciadopitysnadeln vorbringen könnte, beseitigt. Endlich findet dieselbe auch ihre glänzende Bestätigung in einem von Maxwell T. Masters (Vegetable Teratology [1]) beobachteten monströsen Falle. Maxwell T. Masters beschreibt hier nämlich, wenn auch mit ganz anderer Deutung, die Durchwachsung einer Doppelnadel von Sciadopitys. Das Pseudoblatt hatte sich gespalten und zwischen seinen beiden Theilhälften eine kleine Axe entwickelt, die an ihrem Scheitel einen Wirtel neuer Pseudoblätter trug.

Diese Bildungsabweichung beweist, dass in manchen Fällen ein Vegetationskegel zwischen beiden Blättern zurückbleiben, und dieselben getrennt auftreten können, ja dass dieser Vegetationskegel sogar zu einem Zweige auswachsen könne. Bei der Kiefer kommt der analoge Fall bekanntlich ziemlich häufig vor, und wenn dieselbe, von Schafen zerbissen ihrer Spitze beraubt wurde, oder wenn der Kiefermarkkäfer den Baum befällt, so treibt der Vegetationskegel zwischen den Nadeln bisweilen junge verlängerte Zweige — was bei der canarischen Kiefer sogar immer geschieht, sobald sie viel Aeste und Zweige verloren hat [2]. — Es wäre zu versuchen, ob man durch Entfernung der Zweigenden, die jungen Doppelnadeln der Sciadopitys nicht künstlich zu dieser abnormen Zweigbildung bewegen könnte.

Die Beobachtungen an Pinus Pumilio und sylvestris legten die Vermuthung nahe, dass auch bei der californischen Nusskiefer, der Pinus monophyllos Fremmont, deren Kurztrieb nur eine Nadel trägt, diese eine Doppelnadel sei [3]. — Dieses bestätigte sich nicht, vielmehr verhielten sich die einnadligen Sprosse ganz wie der grössere Theil der einnadligen auch bei Pinus Pumilio — sie besitzen wirklich nur

---

1) London 1869, p. 351, Anm. 3. Auf diese Stelle machte mich Herr Prof. Braun gütigst aufmerksam.

2) Schacht, der Baum p. 114.

3) Diese Vermuthung wurde schon von H. Braun ausgesprochen: Individuum p. 65 Anm.

eine einzige einseitige Nadel [1]), an deren Basis der verschrumpfte Vegetationskegel des Kurztriebes häufig noch nachzuweisen war. Auf Querschnitten durch einen solchen Kurztrieb von Pinus monophyllos findet man zunächst einen geschlossenen Bündelkreis, der schwache Bündeln an die, wohl nach $^2/_5$ gestellten (bis 7) Niederblätter abgiebt. Höher hinauf öffnet sich der Bündelkreis einseitig und tritt als einfaches und einfach bleibendes Bündel in die, die Axe scheinbar unmittelbar fortsetzende Nadel. Ihr gegenüber sind Spuren des Vegetationskegels zu erkennen.

Dass die Spaltöffnungen in so eigenthümlicher Weise bei Sciadopitys nur in der unteren Furche stehen, verleitet fast zu der Annahme, dass die, bei der Urform noch getrennten Blätter, ihre Spaltöffnungen auf der Oberseite trugen, ein Fall der bei Coniferen nicht selten ist, und dass diese Spaltöffnungen nur deshalb auf die untere Furche beschränkt sind, weil diese allein noch einen Streifen der ursprünglichen Oberfläche bietet. (Aehnlich wie die untere Furche an der Doppelnadel von Pinus.) Damit scheint es nun aber nicht gut übereinzustimmen, dass die Samenlappen und ersten einfachen Blätter von Sciadopitys ihre Spaltöffnungen nur auf der Unterseite tragen. Doch auch bei Thuja, Cupressus, Juniperusarten werden an den Blättern der erwachsenen Pflanzen die Spaltöffnungen nur auf der inneren oder hauptsächlich doch auf der inneren also morphologisch oberen Blattfläche angelegt, während sie an den frei entwickelten ersten Blättern der Samenpflanzen vornämlich auf der Unterseite oder doch allseitig auftreten. Möglich also, dass bei den hypothetischen Vorfahren der Sciadopitys, die aller Wahrscheinlichkeit nach, zweinadligen Kurztriebe, wie die heutigen Pinusarten, besassen, die Spaltöffnungen auch nur auf den einander zugekehrten, geschützteren Blattflächen, also den Oberseiten der Nadeln gebildet wurden, ähnlich wie sie bei den vorhin erwähnten Cupressineen nur auf der, der Axe angedrückten, geschützteren Oberseite sich zeigen. Leider bieten die Doppelnadeln von Pinus hier keine Anhaltepunkte, da sie ebenso wie die einfachen Nadeln, ihre Spaltöffnungen allseitig tragen.

Von Mohl glaubte eine auffallende Aehnlichkeit zwischen den Blättern von Sciadopitys und der Fruchtschuppe der Abietineen gefunden zu haben, indem er hierbei von der bekannten Deutung von Braun und Caspary ausging, dass die Fruchtschuppe der Abietineen aus 2 Blättern, den ersten Blättern einer noch unterdrückten Achsel-

---

1) Dieses erkannte auch schon Van Tieghem: Ann. d. sc. nat. 5ème série, T. X. p. 273.

knospe verwachsen sei. Hingegen bin ich aber auf Grund zahlreicher entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen (wie dies in einer demnächst zu erscheinenden Arbeit gezeigt werden soll) zu der Ueberzeugung gekommen, dass die Fruchtschuppe discoiden Ursprungs sei und somit fällt auch die Analogie beider in diesem Sinne weg. Sie bleiben als Ganzes sich nur insofern analog, als sie beide metamorphosirte Achselsprosse, und zwar metamorphosirte Kurztriebe vorstellen.

Im Uebrigen machen sich Unterschiede zwischen beiden schon auf den allerersten Entwicklungsstadien geltend, denn während die kleine 2blüthige Inflorescenzanlage der Abietineen sofort durch starkes einseitiges Wachsthum ihrer Aussenseite die Fruchtschuppen erzeugt und ihr Vegetationskegel die beiden Blattrudimente und die Achselproducte derselben (die beiden Blüthen), auf die Oberseite der Anlage verschoben werden — entwickelt hier die Achselknospenanlage sofort ihre beiden Blätter, die sich gemeinschaftlich erheben und ihre ursprüngliche Wachsthumsrichtung beibehaltend, durch basale Streckung wie andere Nadeln in die Länge wachsen.

2) Phyllocladus.

In mancher Beziehung ist Phyllocladus noch merkwürdiger als Sciadopitys. Schon Richard[1]) macht darauf aufmerksam, dass die eigenthümlichen, blattartigen Gebilde dieser Pflanze in den Achseln kleiner Niederblätter stehen und dass man sie deshalb wohl als abgeflachte Zweige aufzufassen habe. — Seitdem sind sie auch fast ausnahmslos als Phyllodien und Cladodien beschrieben worden, ohne dass aber meines Wissens, eine eingehende Untersuchung derselben unternommen worden wäre. Jede nähere Betrachtung lehrt nun aber, dass ein solches Cladodium von Phyllocladus ein höchst complicirtes Gebilde ist und dass es jedenfalls noch eine andere morphologische Bestimmung als die eines abgeflachten Zweiges verdient. Ich wähle als erstes Beispiel Phyllocladus rhomboidalis Rich. Es wechseln hier an der Axe die sterilen Niederblätter an verlängerten Internodien mit fertilen Niederblättern an verkürzten Internodien ab. Aus den Achseln dieser letzteren entspringen die Cladodien, sie sind einander in Folge dessen genähert, wenn auch nicht bis zur Bildung eines Scheinwirtels, wie bei Sciadopitys. Die Niederblätter sind sehr zart gebaut, klein, lineal; sie sterben frühzeitig ab, und sind an der Basis entfalteter Cladodien nur noch als gebräunte kleine Schuppen zu erkennen. Die Cladodien sind rautenförmig, gesägt, manche wohl auch mehr oder

1) Mémoire sur les Conifères et les Cycadées, p. 92.

die freien Deckblattenden gegen dieselben verschwinden und schliesslich nur noch wie Zähnungen des Randes erscheinen. Die primären Blätter am Cladodium sind stärker als die secundären an den Achselabschnitten, sie bleiben, wie erwähnt, auch stärker markirt, und verdorren an ihrer Spitze, während die dazwischen liegenden kleineren noch längere Zeit frisch bleiben. Ebenso wie die einzelnen Abschnitte am Cladodium wird dasselbe auch in der Achsel des Niederblattes am Zweige erzeugt, nur entsteht hier nicht das erste Blatt des Cladodium dem Deckblatt gegenüber, sondern rechts und links von demselben, es erfolgt denn auch nicht eine gemeinsame Streckung, an der Basis, wodurch das Deckblatt auf das Achselproduct emporgehoben würde, sondern dieses Deckblatt behält seine Stellung und verdorrt am Aste, während sich das Cladodium frei aus seiner Achsel entwickelt. Die Abschnitte des Cladodiums zeigen übrigens auch hier schon eine Alternation, doch stehen sie, wie erwähnt retchs und links vom Deckblatte. Wir haben also bereits dem Verhalten der primären Anlage des Cladodiums einen Anhaltepunkt zur Beurtheilung seiner Abschnitte abgewonnen. Dieser für Coniferen scheinbar ganz vereinzelte Fall der Bildung des ersten Blattes des Achselsprosses an der Axenseite gegenüber dem Deckblatt, ist nämlich, wie hiernach zu schliessen, aus dem ersten Typus durch eine frühzeitige Drehung der jungen Anlage um 90° in der Achsel ihres Deckblattes entstanden.

Diese Drehung greift so weit in der Entwicklung zurück, dass sie sich kaum mehr nachweisen lässt und findet vielleicht nur noch ihren unmittelbaren Ausdruck in dem Verdrängen der Deckblattspitzen auf die Bauchseite der Anlage. Auch sieht man sehr häufig bei Phyllocladus trichom. einzelne Abschnitte, namentlich am Scheitel des Cladodium eine Transversal-Stellung einnehmen. Dann wird auch sofort die Alternation der secundären Blattanlagen an einem solchen Abschnitte und das Hinaufrücken des Deckblattes auf dasselbe vermindert. Wenn aber auch die Blätter an den Cladodiumabschnitten, ursprünglich rechts und links gegen ihr Deckblatt gestanden, nicht weniger bleibt eigenthümlich ihre Alternation und ihre Beschränkung auf nur zwei Seiten des Triebes. Sie ist jedenfalls eine Folge ihrer frühzeitigen Abflachung, dass sie aber aus einem gewöhnlichen Sprosse entstanden, dafür sprechen die so häufigen Durchwachsungen derselben. Nicht nur bei Ph. trichom., sondern auch bei Ph. rhomb. entwickelt sich der Vegetationskegel des Cladodiums häufig weiter und bildet wieder Blätter und neue Cladodien in spiraliger Aufeinanderfolge.



lith. u. E. Giltsch, Jena.

Fig. 1.

DA.
H
St.M.
C

Fig. 2.

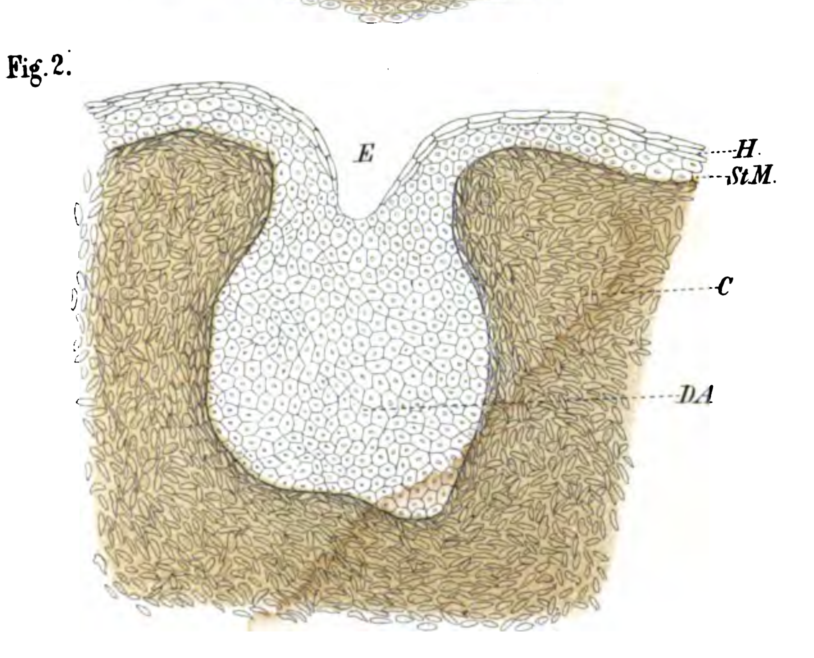
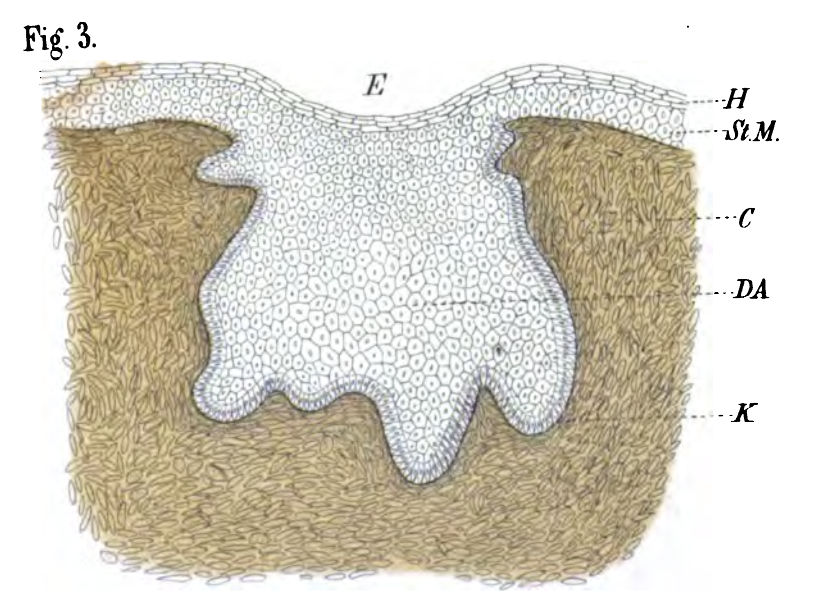
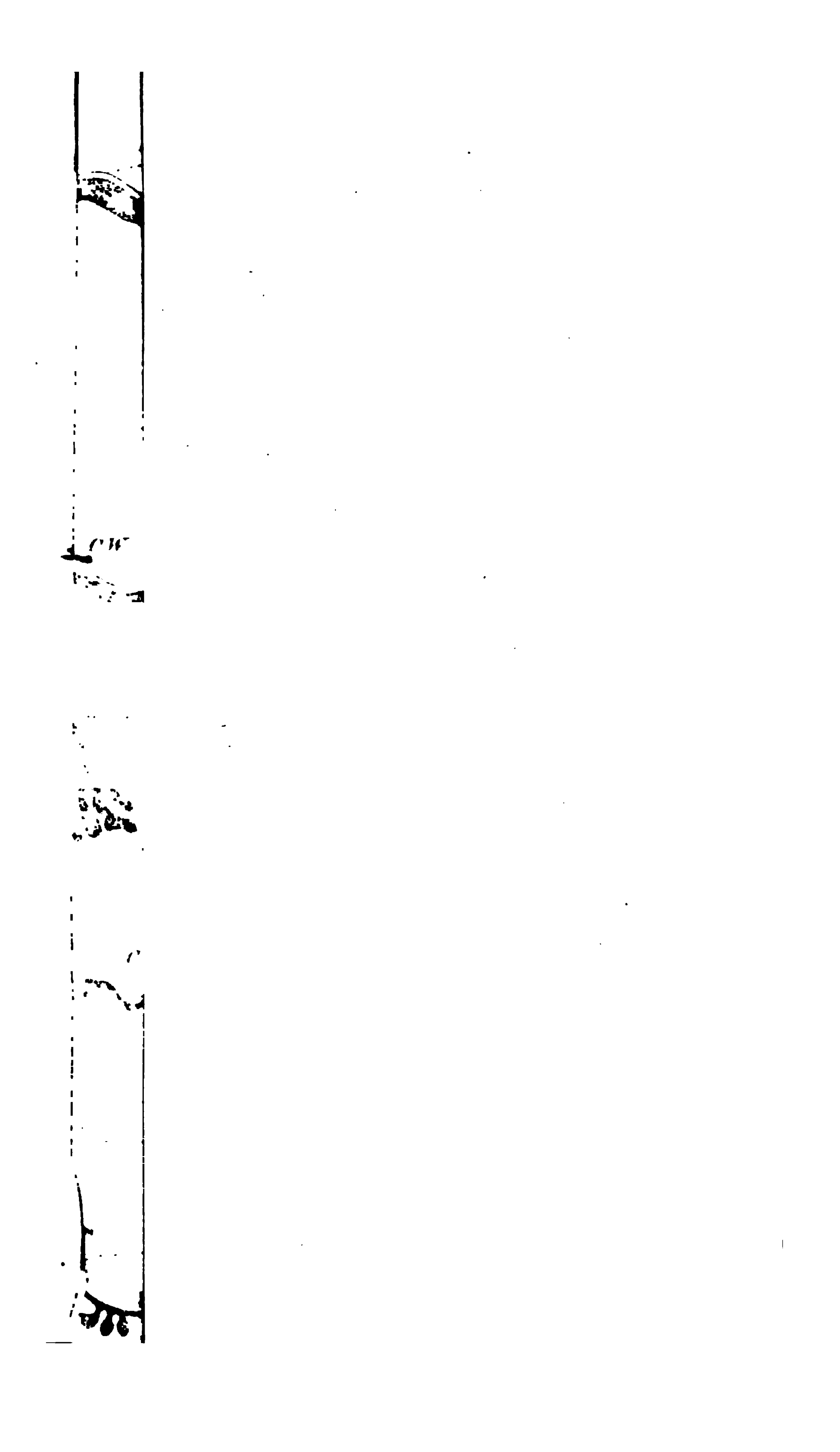


Fig. 3.



Lith v. C. Müller



Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln.

Von

Max Fürbringer,

Assistent an der anatomischen Anstalt zu Jena.

I. Theil

Hierzu Tafel XIV—XVIII.

Vorwort und Einleitung.

Die Muskulatur der Schulter ist schon seit früher Zeit zu einer viel bearbeiteten Frage der vergleichenden Anatomie gemacht worden. Die ersten ausführlicheren Arbeiten von MECKEL [1]) und CUVIER [2]) zeichnen sich durch eine gewisse Genauigkeit und (namentlich bei MECKEL) detaillirte Beschreibung aus, entbehren aber einer wirklichen, durch Gründe unterstützten Vergleichung und haben darum nur den Werth zootomischer Vorarbeiten. Einen wirklichen Fortschritt auf diesem Gebiete bietet die Inauguralabhandlung PFEIFFER's [3]) dar, die manche schätzenswerthe Déutungen der Schulterknochen giebt und zugleich in einer dem Geiste der neueren vergleichenden Anatomie entsprechenden Weise eine Vergleichung der Schultermuskeln der Säugethiere, Vögel und Amphibien wenigstens versucht. Von demselben Gesichtspuncte aus sind die Untersuchungen von STANNIUS [4]) zu beurtheilen, während hingegen die OWENS [5]) ein zwar sehr reiches, aber geistig noch wenig verarbeitetes

---

1) System der vergleichenden Anatomie. III. Halle 1828.

2) Leçons d'anatomie comparée. I. 2. ed. Paris 1835.

3) Zur Anatomie des Schultergerüstes und der Schultermuskeln bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien. Giessen 1854.

4) Anatomie der Wirbelthiere. 1. Aufl. Berlin 1846. 2. Aufl. Berlin 1854. (letztere blos Fische und Amphibien enthaltend.)

5) Comparative Anatomy and Physiology. London 1866. 67.

Material darbieten und insofern mit den geistvollen, durchdachten osteologischen Arbeiten dieses Forschers wenig gemein haben. Eine in neuerer Zeit erschienene Arbeit RÜDINGER's[1]) ist als ein Rückschritt auf diesem Gebiete zu bezeichnen. Der Verfasser nimmt den von den früheren vergleichenden Anatomen in richtiger Einsicht verlassenen alten Standpunct der Analogien ein, wonach die functionelle Bedeutung der Muskeln als Vergleichungspunct benutzt wird, giebt darnach Vergleichungen, die bei der ersten Einsicht sich als falsch erweisen und lässt bei der Beschreibung der Muskeln oft die nöthige Genauigkeit und Kenntniss der zu ihnen in Beziehung stehenden Knochen vermissen.[2])

Durch GEGENBAUR[3]) und darauf durch PARKER[4]) wurde zuerst eine wirkliche endgültige vergleichende Untersuchung der Knochen des Brustgürtels und des Brustbeins gegeben und damit der vergleichenden Myologie eine neue Basis geschaffen. Die neueren nach dieser Zeit erschienenen myologischen Monographien, namentlich der Engländer, geben Kenntniss von der erfolgreichen Benutzung dieser Errungenschaften. Eine allenthalben richtige Deutung der Muskeln wird jedoch noch vermisst. Einen Fortschritt von principieller Bedeutung repräsentirt die Abhandlung ROLLESTON's[5]), die eine allerdings in ihren Resultaten unrichtige und leicht widerlegliche Vergleichung einzelner Schultermuskeln giebt, aber

---

1) Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögel. Gekrönte Preisschrift. Haarlem 1868.

2) Der Vorwurf der Ungenauigkeit trifft auch die beigefügten allerdings zahlreichen, aber wenig brauchbaren Abbildungen. Gleich auf der ersten Tafel z. B. ist bei Salamandra der transversale M. mylohyoideus als Längsmuskel, die (allen Ptychopleuren als wesentliches Merkmal zukommende) grosse Bauchseitenfalte von Pseudopus Pallasii auf der einen Abbildung an die Bauchseite, auf der andern Abbildung an die Rückenseite gezeichnet.

3) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere II., Schultergürtel und Brustflosse der Wirbelthiere. Leipzig 1865.

4) A Monograph of the Structure and Development of the Shoulder-Girdle and Sternum in the Vertebrata. London 1868.

5) On the Homologies of certain Muscles connected with the Shoulder-joint. Trans. Linn. Soc. of London. Vol. XXXI. 3. 1869. S. 609 f. — Die Wichtigkeit der Nerven für die vergleichende Myologie im Allgemeinen ist bereits früher von andern Untersuchern erkannt worden, so z. B. von FISCHER (Anatomische Abhandlungen über Perennibranchiaten und Derotremen. Hamburg 1864), der auf die Art der Innervirung der Kiemenmuskeln grosses Gewicht legt. Nach ROLLESTON haben HUMPHRY (The Muscles and Nerves of the Cryptobranchus japonicus. Journ. of Anat. and Phys. 1871) und CHAMPNEYS (The Muscles and Nerves of a Chimpansee [Troglodytes niger] and a Cynocephalus Anubis. Journ. of Anat. and Phys. 1871) monographische Darstellungen der Muskeln und Nerven einzelner Thiere gegeben und z. Th. auf die gegenseitigen Beziehungen beider hingewiesen.

zuerst als ein zur Vergleichung der Muskeln wichtiges Moment deren Innervirung erkennt.

Für die Vergleichung der Schultermuskeln in den verschiedenen Klassen der Wirbelthiere sind von Bedeutung die Lage derselben in Beziehung zu den Knochen (Ursprung und Insertion), die Lage derselben in Beziehung zu den anliegenden Weichtheilen (Muskeln und Nerven) und die Art der Innervirung durch bestimmte Nerven. Alle drei Momente müssen sich gegenseitig ergänzen, keines genügt allein zu einer vollkommenen Bestimmung der Homologien.

Ursprung und Insertion können auserordentlichen Schwankungen unterworfen sein, ersterer grösseren als letztere [1]), was wiederum eine grössere Variirung der (als Ursprungsfläche für die kräftigsten und zugleich veränderlichsten Muskeln dienenden) Knochen des Brustbeins und Brustgürtels im Vergleich zu denen des Oberarms und Vorderarms bedingt. Ein Uebergreifen oder Zurücktreten des Ursprungs von einem Knochen auf einen anderen von ihm ganz getrennten kommt häufig zur Beobachtung, ist aber wie meist noch zu erweisen und darnach deductiv als allgemein zu schliessen Folge einer ganz allmäligen, keinesfalls sprungweisen Vermehrung, resp. Verminderung der einzelnen Muskelbündel. Die vergleichende Anatomie bietet für die Beantwortung dieser Frage noch eine reiche, aber noch sehr wenig erschlossene Fundgrube dar. Beschränkter ist die Variabilität der Insertionstheile, doch können auch diese bei ganz einseitigen, durch eine abweichende Lebensart bedingten Differenzirungen eine grosse Fülle von Variirungen darbieten (so besonders bei den Vögeln). Eine Deutung der Muskeln, die lediglich Ursprung und Insertion derselben berücksichtigt, wird in einzelnen Fällen wohl richtige Resultate bringen, in der Regel jedoch wird sie zu Irrthümern verleiten, namentlich wo es sich um Vergleichung grosser Muskelgruppen oder entfernter stehender und in ihrer Lebensweise von einander abweichender Thiere handelt.

Die Lage zu den anliegenden Weichtheilen, ein in der Regel von den vergleichenden Anatomen wenig beachtetes Moment, ist geringeren Schwankungen unterworfen als Ursprung und Ansatz der Muskeln. Vor Allem sind von grosser Wichtigkeit die Beziehungen zu den vorbeilaufenden Nerven, von geringerer die zu den anliegenden Muskeln, von keiner die zu den ausserordentlich variabeln Gefässen.

1) Die grössere Schwankung des Ursprungs der Muskeln im Vergleich zu ihren Ansätzen kann nicht als allgemeines Gesetz aufgestellt werden, sondern gilt zunächst blos für die Muskeln der Schulter. Die Muskeln der Hand z. B. bieten zum Theil entgegengesetzte Verhältnisse dar, die mit einer grösseren Variation der Knochen der Hand im Gegensatz zu denen des Vorderarms übereinkommen.

Die vorsichtige[1]) Berücksichtigung der ersten Beziehung kann oft Resultate bringen, wenn uns alle anderen Methoden in Stich lassen.

Die Innervirung der Muskeln durch bestimmte Nerven ist das wichtigste Moment für die Vergleichung. Es ist eine stets erweisbare Thatsache, dass jedem Muskel ein bestimmter Nerv zukommt, der wieder in bestimmter Weise entspringt. Alle Angaben einer verschiedenen Innervirung desselben Muskels bei verschiedenen Individuen bedürfen einer genauen Kritik und können in der Regel widerlegt werden. Das Nervensystem ist das conservativste, den geringsten Veränderungen (Anpassungen) unterworfene System. Es wird also eine Vergleichung der Nerven durch die Reihe der Wirbelthiere die geringsten Schwierigkeiten darbieten und darum eine die Innervirung berücksichtigende Vergleichung der Muskeln weit leichter und sicherer sein, als eine Vergleichung ohne diese Beziehung. Doch gilt es auch hier Wesentliches von Unwesentlichem zu sondern. Als unwesentlich von vornherein müssen bezeichnet werden die gegenseitigen Verhältnisse der Nerven in Bezug auf ihre frühere oder spätere Theilung oder Vereinigung (die sogenannte Anastomosenbildung), Verhältnisse, die nicht von den Nerven selbst, sondern nur von der verschiedenartigen Vertheilung ihrer Bindesubstanz abhängen, und deren unrichtige Abschätzung zu Irrthümern verleiten kann. Eine grössere Constanz bieten die Austrittsstellen der Nerven aus den Intervertebrallöchern dar und damit die Beziehungen der Nerven zu ihrem Centrum. Die Reinheit dieser Verhältnisse wird jedoch oft durch die schwankende Zahl der Wirbel und die dadurch in primärer Weise unmöglich gemachte Bestimmung der homologen Intervertebrallöcher getrübt[2]). Von wesentlicher Bedeutung für die Vergleichung sind die Verhältnisse der Nerven bezüglich ihrer räumlichen Lagen zu einander und zu den umliegenden Weich- und Harttheilen. Das erstere Verhältniss spricht sich aus in einer Anordnung der Nerven des Plexus brachialis in verschiedenen Schichten, die sich durch alle Wirbelthiere hindurch constant erweist, das letztere einerseits in bestimmten Beziehungen zu gewissen Muskelgruppen (z. B. den scaleni superiores, welche die N. thoracici superiores von den übrigen Nerven des Plexus brachialis abtrennen) andererseits in einer gewissen Lage zum Brustgürtel (vor oder durch denselben verlaufen die Nn. supracoracoideus und suprascapularis,

1) Die Nerven können mitunter gespalten und durch sich einschiebende oft sehr ansehnliche Muskeltheile weit von einander getrennt sein. Eine falsche Schätzung dieser Veränderung kann zu grossen Irrthümern führen.

2) In diesen Fällen können umgekehrt nur die nach ihrem Verlaufe oft leicht erkennbaren Nerven die directe Homologie der Wirbel bestimmen.

hinter ihm die Nn. pectorales, coracobrachiales, brachiales longi etc.). — Die Bestimmung nach der Innervirung ist wegen der grossen Constanz der Nerven, die sich bei schon weit vorgeschrittener Differenzirung der Muskeln noch erhält, zur Vergleichung der einzelnen Muskeln weniger geeignet, dagegen lässt sie bei Vergleichung ganzer Muskelgruppen oder entfernter stehender Thiere nie im Stiche und gewährt die Möglichkeit, die Schultermuskulatur in bestimmte Muskelsysteme einzutheilen, Systeme, deren sonstige Beziehungen (Ursprung, Insertion, Lage zu den umliegenden Theilen) diese Eintheilung als eine natürliche rechtfertigen.

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich blos auf Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere. Die Fische sind ausgeschlossen, aus dem Grunde, weil erst nach eingehender Behandlung der Muskeln der ganzen vorderen Extremität der pentadactylen Wirbelthiere eine genaue und vollständige Vergleichung mit den Fischen gegeben werden kann. Eine Vergleichung ohne diese vorarbeitenden Untersuchungen bleibt Stückwerk [1]). Von den Schultermuskeln selbst sind die zu dem Zungenbein resp. den Kiemenbogen gehenden, gemeinhin als hintere Zungenbeinmuskeln bezeichneten ebenfalls ausgeschlossen. Eine wirkliche vergleichende Anatomie derselben ist nur im Zusammenhang mit sämmtlichen Derivaten des unteren Längsmuskels (gerader Bauchmuskel, gerade centrale Kiemenmuskeln, vordere und hintere gerade Zungenbeinmuskeln) zu geben und dürfte sich in dieser Ausdehnung von einer Myologie der Schulter allzuweit entfernen. Auch auf eine durchgeführte metamere Vergleichung (Serial-Homology) der Schultermuskeln und der zu ihnen in Beziehung tretenden Nerven mit den übrigen Muskeln und Nerven des Körpers wurde Verzicht geleistet. Dieselbe ist allerdings das Hauptziel der vergleichenden Myologie, darf aber erst nach Jahren zu erwarten sein, wenn alle Muskel- und Nervengebiete gleichmässig genau durchforscht sein werden. Die in dieser Hinsicht mehrfach veröffentlichten Abhandlungen kennzeichnen allerdings ein anerkennenswerthes Streben, sind aber in ihren Ergebnissen sämmtlich als ungenügend zu bezeichnen [2]). Einzelne für die metamere Myologie feststehende Thatsachen, welche die Untersuchung der Schultermuskeln ergab, sind angeführt.

---

1) Einzelne bei einer Untersuchung des Brustgürtels der Selachier gewonnene Ergebnisse von grösserer Bedeutung sind für die Vergleichung verwerthet worden.

2) Dieser Vorwurf trifft auch die neueste bedeutendere Arbeit auf diesem Gebiete, Humphry's Abhandlung: The Disposition of Muscles in Vertebrate Animals. Journal of Anat. and Phys. II. Ser. No. X. May 1872. Cambridge und London. S. 293—377.

Der Stoff der Arbeit ist in sieben Capitel vertheilt worden; das erste Capitel behandelt die Urodelen, das zweite die Anuren, das dritte die Chelonier, das vierte die Saurier und Crocodile, das fünfte die Vögel, das sechste die Säugethiere. Das siebente Capitel enthält eine Zusammenstellung der Ergebnisse und weitere vergleichende Ausführungen. Die Chelonier wurden mit Absicht zwischen Anuren und übrige Reptilien gestellt, weil die Untersuchung wenigstens für die Muskeln und Nerven der Schulter ergab, dass innerhalb der Reptilien die Chelonier den Amphibien am nächsten stehen, während die Crocodile den Vögeln am meisten genähert sind.

Jedes der ersten sechs Capitel enthält in drei Paragraphen eine Beschreibung, 1) der zu den Schultermuskeln in nächster Beziehung stehenden Knochen (Brustgürtel, Brustbein, Humerus), 2) der Nerven für die Schultermuskeln, 3) der Muskeln der Schulter und des Oberarms selbst. Eine kurze Darstellung des Knochensystems erwies sich als nothwendig für das Verständniss. Die betreffenden Paragraphen bieten wenig Originales und sind der Hauptsache nach nur für das specielle Bedürfniss ausgearbeitete Referate über Gegenbaur's und Parker's Abhandlungen, neu ist blos eine eingehendere Beschreibung und Deutung der für die Darstellung der Muskulatur bedeutsamen Fortsätze, Kanten etc. an den Knochen des Brustgürtels und des Oberarms. Die Behandlung des Nervensystems ist der des Muskelsystems vorangestellt, weil die Nervenvertheilung als Grundlage für die Vergleichung der Muskeln dient. Die Beschreibung ist, da sie mit wenig Ausnahmen Neues darbietet, breiter ausgedehnt, berücksichtigt jedoch nur die Bildung des Plexus selbst und die zu den Muskeln der Schulter und des Oberarms gehenden Nerven. Die menschlichen Nervenbezeichnungen sind in der Regel, wo ein Vergleich möglich, aufgenommen; einzelne den vergleichenden Thatsachen nicht Rechnung tragende Benennungen (z. B. N. dorsalis scapulae, Nn. thoracici anteriores, Nn. subscapulares longi etc.) sind durch bessere und den von ihnen versorgten Muskeln gleichlautende Namen ersetzt. Eine Eintheilung der Nerven des Plexus brachialis in drei Schichten, Nn. thoracici superiores, Nn. brachiales superiores und Nn. brachiales et thoracici inferiores ist allenthalben durchgeführt. Die Darstellung des Muskelsystems ist so vollständig gegeben, als mit Weglassung des Unwesentlichen möglich war. Die Muskeln sind, wo nur irgend eine directere Homologie zu constatiren ist, nach denen des Menschen benannt. Eine vollständige Vermeidung von neu gebildeten, oft langen und schlechtklingenden Namen nach Ursprung und Ansatz war leider nicht zu vermeiden. Erst wenn eine vernünftigere, auf vergleichend anatomische Beziehungen gegründete

Reform der Nomenklatur der menschlichen Muskeln eingeführt ist, werden diese überflüssig. Am Eingange jedes Paragraphen ist eine Uebersicht der Muskeln gegeben. Auf die Beschreibung jedes einzelnen Muskels folgt eine Besprechung seiner vergleichend anatomischen Beziehung, die zugleich eine Kritik der früheren Deutungen und eine Begründung der hier gegebenen enthält. Im ersten Capitel war es behufs Anwendung der menschlichen Muskelnamen nöthig, das Verhältniss der Muskeln der Urodelen zu denen des Menschen zu besprechen. Hierbei war es auch unvermeidlich, einzelne vergleichende Beziehungen, die erst in späteren Capiteln ausführlich behandelt werden, vorausgreifend kurz anzudeuten. In den übrigen Capiteln ist dies möglichst vermieden und in der Regel die Vergleichung nur mit den bereits vorausgegangenen Classen ausgeführt. Der Darstellung der Schultermuskeln der Vögel ist ein kleiner Anhang, die Beschreibung der Muskeln der Flugmembran enthaltend nachgeschickt, der der Säugethiere ein grösserer, der eine Zusammenstellung der menschlichen Varietäten und deren Vergleichung mit den normalen Bildungen der übrigen Säugethiere, im Allgemeinen der übrigen Wirbelthiere, umfasst.

Die mir zugängliche Literatur wurde nach Kräften benutzt. Wesentlichere Differenzen zwischen den von den Autoren und den von mir gegebenen Darstellungen und Deutungen sind im Texte berücksichtigt, unwesentlichere die Untersuchung betreffende Abweichungen in die Anmerkungen verwiesen.

Die beigefügten Abbildungen betreffen Nerven und Muskeln. Erstere stellen die Plexus brachiales (und theilweise die Vagusgruppe) einer Anzahl von Wirbelthieren, letztere die Muskeln der Schulter und des Oberarms mit ihren Nerven in schichtenweiser Abtragung und mit vollkommener Erhaltung ihrer natürlichen Lage[1]) dar. Die Ursprünge und Insertionen der bereits abgetragenen Muskeln sind durch rothe Punctlinien bezeichnet. Für jedes Capitel sind in der Regel nur Ab-

---

1) Dieses Moment halten wir für ein Haupterforderniss einer brauchbaren Abbildung. Die gewöhnlich angewendete Methode, auf einer einzigen Figur möglichst viel Muskeln abzubilden, d. h. die tiefer liegenden durch gewaltsames Auseinanderzerren der oberflächlicheren sichtbar zu machen, erschwert nicht nur die Erkenntniss der natürlichen Lage und gegenseitigen Beziehung der Muskeln, sondern giebt auch Zeugniss von der vollkommenen Verkennung der Zusammengehörigkeit der einzelnen Muskeln zu einem einheitlichen Systeme, das ebensowenig zertheilt und zerrissen werden darf wie das Knochensystem. Die gegenseitige Lagerung der Muskeln zu einander und zu den anderen Weichtheilen ist mindestens ebenso wichtig, wie Ursprung und Insertion derselben, an deren alleiniger Darstellung sich die meisten Abbildungen genügen lassen.

bildungen der Muskulatur eines Thieres gegeben, diese aber in möglichster Vollständigkeit.

Herr Geh. Hofr. Prof. Dr. GEGENBAUR hat mich zu dieser Arbeit veranlasst, hat mir sämmtliches anatomische Material und sämmtliche literarischen Hülfsmittel gewährt und hat mich durch seinen Rath wesentlich in meinen Untersuchungen unterstützt. Es ist mir eine sehr angenehme Pflicht, ihm dafür meinen innigsten Dank auszusprechen.

Cap. I.

Geschwänzte Amphibien
(Urodela; — Sozobranchia und Sozura).

§. 1.

Brustgürtel, Brustbein und Humerus [1]).

(Vergleiche Taf. XV. u. XVI.)

Brustgürtel und Brustbein sind bei den geschwänzten Amphibien wenig entwickelt. Es findet sich nur der sogenannte primäre [2]) Brustgürtel, während von secundären Knochentheilen jede Spur fehlt.

---

1) Literatur:

MECKEL, System der vergleichenden Anatomie II. 2. Halle 1824. S. 394 f. S. 438 f. S. 449 f.

FUNK, de Salamandrae terrestris vita, evolutione, formatione tractatus. Berolini 1827. S. 8. Tab. I. Fig. 4. Tab. II. Fig. 20.

DUGÈS, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens. Paris 1834. S. 164 f.

CUVIER, Leçons d'anatomie comparée. II. éd. Paris 1835. S. 254 f. S. 365 f.

STANNIUS, Handbuch der Zootomie. II. 2. Zootomie der Amphibien. Berlin 1856. S. 18 f. S. 72 f. S. 20 f.

GEGENBAUR, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. II. Schultergürtel der Wirbelthiere. Leipzig 1865. S. 66 f.

OWEN, Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrates. I. London 1866. S. 169 f.

PARKER, A Monograph of the Structure and Development of the Shoulder-Girdle and Sternum in the Vertebrata. London 1868. p. 58.

2) In Bezug auf die Bezeichnungen »primärer und secundärer Brustgürtel«, allgemein »primärer oder secundärer Knochen« folgen wir, lediglich um Verwechslungen in der Auffassung vorzubeugen, noch dem älteren ziemlich allgemein angenommenen Gebrauche. In Wirklichkeit »drücken diese Bezeichnungen keine fundamentalen Verschiedenheiten aus, sondern nur bestimmte Zustände, die sich besser als Entwickelungsphasen betrachten lassen«, und von denen gerade die frühere (primäre) der secundären, die spätere (secundäre) der primären Knochenbildung entspricht. Vergleiche GEGENBAUR, Bemerkungen über primäre und secundäre Knochenbildung. Jenaische Zeitschrift. Bd. III. S. 54, und Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. S. 641.

Der Brustgürtel besteht aus zwei symmetrischen theilweise verknöcherten [1]) Knorpelstücken, die auf der Brustseite entweder von einander ziemlich entfernt (Amphiuma) oder einander genähert sind (Proteus) oder sich in der Mittellinie berühren (Menobranchus etc.) oder sich so über einander legen, dass der rechte Brustgürtel mit seinem medialen Rande unter den linken zu liegen kommt (die Mehrzahl der Urodelen). Eine knorpelige oder knöcherne Verbindung beider mit einander existirt nicht, ebensowenig eine Anheftung an den Schädel oder die Wirbelsäule. Jedes Brustgürtelstück besteht aus einem vertical gerichteten (dorsalen) und einem horizontal liegenden (ventralen) Abschnitte. Ersterer geht an der untern Seitenkante des Körpers unmittelbar in letzteren über. An dieser Stelle, und zwar am hintern Rande, liegt die Gelenkhöhle für den Oberarm (bei Siren fehlend). Der dorsale Abschnitt, die Scapula (S) ist in der Regel in seinem unteren zumeist verknöcherten Theile schmal, in seinem oberen stets knorpelig bleibenden verbreitert. Letzterer wird nicht sehr passend als Suprascapulare [2]) von dem ersteren, der eigentlichen Scapula, unterschieden. Der obere Rand der Scapula (Suprascapulare) ist der Basis scapulae, der hintere dem hintern Rande der menschlichen Scapula homolog; dagegen kann der vordere Rand weder mit der Spina scapulae noch mit dem vordern Rand der Scapula des Menschen verglichen werden, sondern entspricht vielmehr der Grundlinie der Spina scapulae, von der sowohl die Spina selbst wie das mit ihr die Fossa supraspinata bildende Stück der Scapula ausgehen [3]). Der ventrale Ab-

---

1) Die Verknöcherung kann nur eine theilweise, die Oberfläche des Knorpels einnehmende, sein (Proteus etc.), oder sie kann durch die ganze Dicke des Brustgürtels erstreckt sein (die meisten Urodelen). In allen Fällen ist sie der Fläche nach nur über einen kleinen Theil des Brustgürtels ausgedehnt, der entweder oberhalb der Gelenkpfanne liegt oder ihre Umgebung bildet; nie ist letztere vollständig verknöchert. Viel Gewicht ist auf die Anordnung der Verknöcherung nicht zu legen und möchte ich darum mit Parker nicht übereinstimmen, der nach diesem Principe drei Hauptgruppen unterscheidet, Brustgürtel mit einem (Proteus, Menobranchus, Menopoma, Cryptobranchus, Siredon), mit zwei (Siren, Amphiuma) und mit drei Verknöcherungspuncten (Phaenerobranchus, Lissotriton, Triton, Salamandra).

2) Funk unterscheidet das Suprascapulare als Portio I. scapulae von der eigentlichen Scapula oder Portio II scapulae. Ueber die geringe Selbständigkeit des Suprascapulare, namentlich in jugendlichen Zuständen, vergleiche Gegenbaur a. a. O. S. 68. Das Suprascapulare steht bei den Urodelen zur Scapula in derselben Beziehung, wie die Knorpeltheile des Procoracoid und Coracoid zu deren Knochentheilen; für diese ist aber noch nie eine besondere Bezeichnung gebraucht worden.

3) Dass der Scapula der Urodelen jede Spur einer Fossa supraspinata abgeht, dass demnach alles Auffinden von Homologen einer Spina auf der Fläche der Scapula auf

schnitt[1]) besteht aus einer vorderen schmäleren und einer hinteren breiteren Platte, dem Procoracoid (Pr)[2]) und dem Coracoid (C)[3]). Beide sind lateral vereinigt, medianwärts dagegen in zwei discrete Fortsätze ausgedehnt. Der dem Procoracoid angehörende ist nach vorn, der zum Coracoid gehörige nach der Mitte zu gerichtet; ersterer ist lang und schmal (am längsten bei Proteus und Siren, am kürzesten bei Siredon und Salamandra), letzterer ist stumpf und breit und geht die oben beschriebenen Beziehungen zu dem der Gegenseite ein. Lateral sind Procoracoid und Coracoid in der Regel ohne gegenseitige Grenze verknöchert. Hier findet sich zwischen ihnen vor der Gelenkhöhle das Foramen coracoideum (bei Proteus durch eine nach vorn offene Incisura coracoidea vertreten), das für den Durchtritt von Gefässen und vom N. supracoracoideus bestimmt ist.

Ein Brustbein (St)[4]) ist bei den Urodelen nur rudimentär vorhanden und entbehrt jeder Verbindung mit Rippen. Bei Proteus fehlt es vollkommen, bei Menobranchus existirt es spurweise als längliche Knorpelleiste, bei den übrigen bildet es eine rundliche Knorpelplatte mit oder ohne Fortsätze, welche vorn in zwei Lamellen gespalten ist und zwischen diese die hinteren Ränder der beiden Coracoide aufnimmt.

Der Humerus (H) der geschwänzten Amphibien ist der längste Knochen der vorderen Extremität. Der proximale Theil[5]) lenkt mit

---

Irrthum beruht, wurde bereits von GEGENBAUR nachgewiesen und kann durch eine Fülle von myologischem Detail erhärtet werden. Gegen eine directe Vergleichung des vordern Randes mit der Spina scapulae spricht vor Allem die auf die Aussenfläche der Scapula ausgedehnte Insertion des M. levator scapulae der Urodelen.

1) Portio III. scapulae: FUNK; — Coracoid: DUGÈS, CUVIER, STANNIUS etc. — Adscapulum: DUGÈS. — Disque cleido-coracoidienne: CUVIER.

2) Die richtige Deutung des vorderen Abschnittes als Procoracoid ist zuerst von GEGENBAUR gegeben worden. Vorher wurde es bald als Clavicula (CUVIER 1. éd. DUGÈS), bald als Acromion (CUVIER 2. éd. DUGÈS, STANNIUS, RÜDINGER) unterschieden. PARKER und ihm folgend MIVART und HUMPHRY bezeichnen das Procoracoid als Praecoracoid.

3) Coracoid der Autoren, oder unbenannter Theil desselben.

4) Die Existenz der Brustbeinrudimente wird verschieden angegeben. Näheres siehe darüber bei STANNIUS, GEGENBAUR und PARKER. MECKEL unterscheidet bei Salamandra maculata zwei discrete Brustbeine; eine Beobachtung, die von keinem Untersucher bestätigt worden ist. Dass das Brustbein der Urodelen dem ganzen Sternum der höhern Wirbelthiere entspricht und nicht mit dem Processus ensiformis (STANNIUS und DUGÈS: Os xiphoideum) allein verglichen werden kann, wurde von GEGENBAUR nachgewiesen.

5) Die Raumbezeichnungen »lateral, medial« etc. sind für diese und alle folgenden Beschreibungen einer horizontalen Lage des an die Seite des

seiner knorpeligen convexen Endfläche (Caput) in die Gelenkhöhle des Brustgürtels ein und hat hinter dieser zwei seitlich vorspringende Knochenfortsätze, den Processus lateralis (PL) [1]) und medialis (PM) [2]). Ersterer nimmt die Aussenfläche des proximalen Drittels des Humerus ein und ist nach unten gerichtet; er beginnt direct hinter dem Gelenkende, erreicht in der Mitte die grösste Höhe und fällt nach hinten allmälig ab. Letzterer liegt an der Innenfläche des Humerus, dem Processus lateralis direct gegenüber und ist kleiner und spitzer als dieser; er ist von dem Caput humeri durch eine kleine Einschnürung getrennt und endet wie der Processus lateralis am Ende des ersten Drittels des Humerus. Der mittlere Theil des Humerus hat gleich hinter den Fortsätzen seine geringste Dicke, nimmt aber nach dem hinteren Ende stetig an Breite zu. Der distale Theil ist in schräger Richtung zusammengedrückt. Sein knorpeliges Ende articulirt mit den Knochen des Vorderarms und zwar der mediale obere Theil desselben, Condylus ulnaris s. medialis (CU) mit der Ulna (U), der laterale untere Theil, Condylus radialis s. lateralis (CR), mit dem Radius (R) [3]).

Körpers gedrückten und nach hinten gerichteten Humerus entnommen. Die bei dieser Stellung nach aussen gerichteten Theile werden als laterale (äussere) von den nach innen d. h. nach der Bauchwand zugerichteten medialen (inneren) Theilen unterschieden, die nach oben gerichteten und die nach unten sehenden Theile heissen obere (der Streckseite angehörige) und untere (der Beugeseite zugehörende), die der Gelenkhöhle des Brustgürtels genäherten und die von ihr entfernten Theile proximale und distale. Für den Rumpf gelten die Bezeichnungen aussen (ausserhalb der knöchernen Rumpfhöhleneinfassung liegend), innen (innerhalb derselben), dorsal (oben, rückenwärts liegend), ventral (unten, bauchwärts liegend).

1) Die Fortsätze am proximalen Ende des Humerus der Urodelen sind noch wenig differenzirte Bildungen, die weder mit den Tubercula noch mit den Spinae tuberculorum des Menschen vergleichbar sind. Diese sind vielmehr Differenzirungen, die den Amphibien noch fehlen, aber aus den indifferenten Bildungen derselben sich entwickelt haben. Zur Bestimmung dieses Verhältnisses wurde die Bezeichnung Processus gewählt. Der Processus lateralis ist von den Autoren in verschiedenster Weise benannt worden: Vordere Leiste (Meckel), Trochanter (ohne nähere Bezeichnung, Dugès); Tuberculum majus s. anterius (Stannius); laterales unteres Tuberculum oder Vorsprung des Humerus (Rüdinger); Crest of the Humerus (Owen, Mivart), Radial tubercule (Humphry).

2) Hintere Leiste (Meckel); Trochanter (ohne nähere Bezeichnung, Dugès); Tuberculum minus (Stannius); Ulnar tubercule (Humphry). Von Owen, Mivart, Rüdinger u. a. A. nicht besonders unterschieden.

3) Dugès bezeichnet beide als Condylus ohne weitere Unterscheidung. Owen und Mivart benennen die entsprechenden Theile als Ulnar und Radial side of the lower end of the humerus. Humphry: Ulnar and Radial condyle.

§. 2.

Nerven für die Schultermuskeln[1]).

(Vergleiche Taf. XIV. Fig. 1—8.)

Die Muskeln der Schulter (mit Ausschluss der zu dem Zungenbein gehenden) werden von den Rr. accessorii n. vagi und von den fünf ersten Spinalnerven, und zwar, wie für sämmtliche Wirbelthiere gilt, von deren ventralen Aesten innervirt.

---

1) Literatur:.

Funk, a. a. O. S. 14. Tab. III. Fig. 7a. (Ganz dürftige Angaben über das Nervensystem von Salamandra maculata).

Bischoff, Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelbergae 1832. S. 47. (Accessorius von Salamandra maculata).

Vogt, Beiträge zur Neurologie der Reptilien. Neufchatel 1840. S. 55 f. (Vagus von Salamandra maculata und Proteus anguineus).

Fischer, Amphibiorum nudorum neurologiae specimen. Berolini 1843. S. 30 f. Taf. II. u. III. (Genaue Untersuchungen über die Hirnnerven von Salamandra maculata, Triton cristatus, Proteus anguineus).

Bendz, Bidrag tel den Sammenlignende Anatomie af N. Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius Willisii og Hypoglossus hos Reptilierne. Vid. Sel. nàturvid. og mathem. Afh. X Deel. Kjöbenhavn 1843. S. 134 f. Taf. IX u. X (Gehirnnerven von Salamandra maculata, Triton punctatus).

Cuvier, Leçons a. a. O. Tome III. Paris 1845. S. 226 f. S. 240 f. und S. 266 f.

Stannius, a. a. O. S. 148.

Schiess, Versuch einer speciellen Neurologie der Rana esculenta. St. Gallen und Bern 1857. S. 20 f. (Mit Bemerkungen über den Vagus und Accessorius von Salamandra).

Fischer, Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen. I. Heft. Die Visceralbogen und deren Muskeln. Die Gehirnnerven. Hamburg 1864. S. 140 f. Tab. II—VI. (Vorzüglich genaue Untersuchungen über die Hirnnerven von Siren lacertina, Siredon pisciformis, Hypochthon Laurentii (Proteus anguineus), Menobranchus lateralis, Amphiuma tridactylum, Menopoma Alleghaniense, Cryptobranchus japonicus, Siphonops annulatus).

Owen, a. a. O. I. S. 312 f.

Humphry, The Muscles and Nerves of the Cryptobranchus japonicus. Journal of the Anatomy and Physiology. Vol. VI. Cambridge and London 1871. S. 1. f. Taf. I—III.

Die eigenen Untersuchungen beschränken sich auf Proteus anguineus, Siredon pisciformis und Salamandra maculata.

I. Rr. accessorii n. vagi (α)[1].

Aus dem hinteren Theile der Medulla oblongata entspringen drei (obere) Wurzeln, die in der Regel zu einem Nervenstamm vereinigt durch das sogenannte Foramen jugulare aus dem Schädel heraustreten und hierauf zu einem ansehnlichen Ganglion anschwellen, von dem aus eine beträchtliche Anzahl von Aesten sich im Pharynx (R. pharyngeus [φ]), im Zungengrund (R. lingualis [γλ]), in den Kiemenbogen und ihren Weichtheilen (Rr. branchiales [βϱ]), im M. capiti-dorso-scapularis (*cds*) (Rr. accessorii [α]), in den Hals- und Brusteingeweiden und im Magen (R. intestinalis c. R. recurrente [ε]) und an der Haut der Seitenlinien des Körpers, bei niederen Zuständen in deren sogenannten Schleimkanälen (Rr. laterales) verzweigen und Anastomosen mit dem N. facialis (R. communicans c. n. faciali [ϰ]) eingehen. Dieser Complex stellt die Vagus-Gruppe (*V*)[2] dar und enthält in sich die Homologen des Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius Willisii der höhern Wirbelthiere, die bei den Urodelen in der Regel nicht als besondere Nerven unterschieden werden können. Nur bei einzelnen zeigt sich eine mehr (Siren) oder weniger (Amphiuma) ausgesprochene Trennung in zwei Abtheilungen, eine vordere aus der ersten Wurzel hervorgehende (Glossopharyngeus) und eine hintere aus den beiden letzten Wurzeln gebildete

---

1) Nur von Fischer, Bendz und Humphry angegeben.

Fischer beschreibt ihn bei einer grossen Anzahl von Urodelen in der Regel richtig als Versorger des M. dorso-scapularis (Levator scapulae inferioris in »Amphibiorum nudorum neurologiae specimen 1843«, Cucullaris in »Anatomische Abhandlungen über Perennibranchiaten und Derotremen 1864«), des dorso-trachealis und dorso-laryngeus. Nur für Menopoma giebt er an, dass der R. accessorius sich gleich nach seinem Ursprunge nach oben in die tiefen Nackenmuskeln schlinge und sich im M. intertransversarius capitis inferior (Ecker) ausbreite, während er die zum Cucullaris abgehenden Zweige des Hauptstammes des Vagus nicht besonders benennt. Ich möchte vielmehr letztere als Rr. accessorii ansprechen, ersteren dagegen (auch angenommen dass er in seinem Ursprunge mit den Rr. accessorii grosse Aehnlichkeit darbietet) wegen seiner Vertheilung in Rumpfmuskeln von einer Vergleichung mit dem Accessorius ganz auszuschliessen. Für die Deutung der Nerven ist die Art ihrer Endausbreitung und Vertheilung in den von ihnen innervirten Theilen von erster Wichtigkeit.

Bendz lässt bei Salamandra einen äusserst feinen Faden sich in den Muskeln und der Haut des Halses ausbreiten. Diese Angabe ist ungenau. Bei Triton fehlt jede Beschreibung eines solchen Nerven.

Humphry: large branch to the Trapezius.

2) Allgemeines über die Vagus-Gruppe giebt Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. Leipzig 1870 S. 740, und vor Allem: Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur »Wirbeltheorie« des Schädels. Jenaische Zeitschrift. Bd. VI. 1. Leipzig 1871. S. 497 f.

(Vagus et Accessorius Willisii). Ob von den beiden hinteren Wurzeln die kräftigere vordere dem Vagus, die schwächere hintere dem Accessorius direct entspricht, wie FISCHER als wahrscheinlich angiebt, ist durch die Untersuchung mit dem Messer nicht zu entscheiden[1].

Von Bedeutung für die Muskulatur der Schulter sind allein die **Rr. accessorii** (α)[2], die einfach oder mehrfach auftreten können. Sie sind entweder repräsentirt durch einen selbständigen Ast der Vagusgruppe (Siredon) oder stellen einfache Nebenäste des R. intestinalis dar (Triton, Menobranchus, Menopoma) oder sind vertreten durch einen Hauptzweig der Vagusgruppe und zugleich einzelne Nebenzweige des R. intestinalis (*s*) (Salamandra). Sie gehen zwischen M. capiti-dorso-scapularis (Cucullaris) (*cds*) und M. basi-scapularis (Levator scapulae) (*bs*) schräg nach aussen, hinten und unten und vertheilen sich in ersterem Muskel, in seine Innenfläche eintretend. Ausserdem erhalten auch die zum Brustgürtel nicht direct gehörigen Mm. dorso-laryngeus (*dl*) und dorso-trachealis (*dtr*) feine Zweige von ihnen.

II. Nn. spinales.

Von den ventralen Aesten der Spinalnerven sind nur die der fünf (Proteus, Siredon, Salamandra) oder sechs ersten (Cryptobranchus nach HUMPHRY) von Bedeutung für die Muskeln der Schulter. Der erste ist von den übrigen getrennt, die sich in der Regel (Proteus ausgenommen) zum **Plexus brachialis**[3]) vereinigen.

---

1) Die Selbständigkeit des N. accessorius Willisii ist auch bei den andern Classen der Wirbelthiere angezweifelt worden und das mit Recht. Auch in seiner höchsten Differenzirung (beim Säugethier, speziell beim Menschen) gelingt es in sehr vielen Fällen nicht, seine Wurzeln von denen des Vagus abzugrenzen; ein in den meisten Lehrbüchern beschriebener grösserer Zwischenraum zwischen beiden ist durchaus nicht Regel. Die sofortige Verschmelzung des R. internus n. accessorii mit dem Vagus, noch bevor dieser den Plexus nodosus bildet, spricht ebenfalls gegen seine Selbständigkeit. — Die auf S. 158 gemachte Angabe FISCHER's »Menobranchus ist übrigens die einzige Gattung, bei der ich einen dem N. accessorius Willisii entsprechenden Nerven von ganz selbständiger Form fand« steht im Widerspruch mit seiner sonstigen Behauptung und der gegebenen Abbildung und dürfte wohl auf einem Schreibfehler beruhen.

2) Die Rr. accessorii sind natürlich nur Homologa des R. externus n. accessorii Willisii.

3) FUNK's Angabe: »Nervorum intercostalium (?) priorum quatuor vel quinque paria superiora plexum conformant utrinque brachialem« ist mir unverständlich. CUVIER, der wie OWEN mit Recht die Zusammensetzung des Plexus aus vier Spinalnerven angiebt, unterscheidet die beiden ersteren als Cervicalnerven, die beiden letzteren als Dorsalnerven. Eine solche Unterscheidung ist in Wirklichkeit nicht

Ventraler Ast des N. spinalis I. (*I*). Er vertheilt sich mit seiner Hauptmasse (1) in der hinteren Zungenbeinmuskulatur[1]) und den namentlich bei den Sozobranchiern sehr entwickelten hypaxonischen und ventralen Rumpfmuskeln (mit Einschluss der Längsmuskeln des Zungenbeins) und giebt ausserdem ein feines Aestchen, das durch die hypaxone Muskulatur des Halses nach aussen und oben tritt, den N. thoracicus superior I. (2), an den vordern Theil des M. basi-scapularis (levator scapulae) (*bs*) ab.

Ventraler Ast des N. spinalis II. (*II*). Ausser den die hypaxonischen und ventralen Rumpfmuskeln mit Einschluss der hintern Zungenbeinmuskeln und die Haut des Halses versorgenden Zweigen (3) giebt er drei grösstentheils zur Schultermuskulatur gehende Aeste ab. Der erste, N. thoracicus superior II. (4), verzweigt sich im hintern Theil des M. basi-scapularis (*bs*) und dem vordern des M. thoraci-scapularis (*ths*), der zweite, N. thoracicus inferior II. anterior (5) innervirt den M. pectori-scapularis internus (omo-hyoideus?) (*psi*), der dritte geht entweder an der Innenseite des Plexus nach hinten zum M. rectus abdominis (*ra*) (Proteus) oder er theilt sich in zwei Zweige, von denen der eine nach dem M. rectus abdominis verläuft (6) (N. thoracicus inferior II. posterior), der andere sich früher (Salamandra, Cryptobranchus) oder später (Siredon) [2]) mit einem vom N. spinalis III. abgehenden Zweige zum N. supracoracoideus (*spc*) verbindet.

---

zu geben, da bei den Amphibien mit dem Mangel von wirklichen Brustbeinrippen auch jedes Criterium fehlt, eine Hals- und Brustregion zu unterscheiden. Dass auch am Halse bewegliche Rippen vorkommen können (Reptilien), ist bereits lange bekannt.

1) Aus diesem Grunde wird der N. spinalis I. und II., oder auch der N. spinalis II. und III. (Menobranchus) von den meisten Autoren als Homologon des N. hypoglossus des Menschen gedeutet. Diese Vergleichung ist nur insofern gerechtfertigt, als sie sich auf den sogenannten N. descendens hypoglossi modificirt. Letzterer ist allerdings kein Gehirnnerv, sondern entsteht aus Aesten der beiden ersten Spinalnerven, die sich an den N. hypoglossus anheften, ohne mit ihm einen wirklichen innern Zusammenhang zu besitzen. Dies beweist auch die nicht seltene Verbindung mit dem N. vagus anstatt mit dem hypoglossus.

2) Bei Siredon sind die aus dem zweiten und dritten Spinalnerv hervorgehenden Theile des N. supracoracoideus innerhalb der Brusthöhle noch getrennt und vereinigen sich erst beim Durchtritt durch das Foramen coracoideum. Wie innig diese Vereinigung ist, konnte nicht ganz vollständig nachgewiesen werden; jedenfalls existirt keine Verflechtung der Elemente beider Theile und der aus dem zweiten Spinalnerv hervorgehende innervirt grösstentheils den M. procoracohumeralis, der von dem dritten abstammende den M. supracoracoideus.

Ventraler Ast des N. spinalis III. (*III*). Er ist doppelt so stark und versorgt bis auf einige kleine Aeste, die an die hypaxonische (bei Cryptobranchus und Menobranchus auch an die ventrale) Rumpfmusculatur und die Haut des Halses gehen, die Schultergegend. Zuerst giebt er einen N. thoracicus superior III. (7) an den vordern Theil des M. thoraci–scapularis (Serratus magnus) (*ths*) ab und verbindet sich hierauf mit den Nn. spinales II. und IV. zu den Ansae inferiores II. und III. und der Ansa superior III. Die Ansa inferior II. fehlt bei Proteus. Bei Siredon geht von dem zur Ansa III. inferior sich verbindenden Theil noch ein feiner Ast an die Bauchmuskeln ab (N. thoracicus inferior III [8]).

Ventraler Ast des N. spinalis IV. (*IV*). Der stärkste Nerv des Plexus brachialis, aber nur wenig stärker als der N. spinalis III. Er bildet nach Abgabe eines N. thoracicus superior IV. (9) für den hintern Theil des M. thoraci–scapularis (Serratus magnus) (*ths*) mit den Nn. spinales III. und V. die Ansae inferiores und superiores III. und IV.

Ventraler Ast des N. spinalis V. (*V*). Meist kaum so stark wie der N. spinalis II., seltener (bei Cryptobranchus) ein kräftiger Nerv. Er giebt mehrere Aeste (11) an die Mm. obliqui und rectus abdominis (*oa* und *ra*) ab und geht schliesslich mit dem N. spinalis IV. die Ansa spinalis IV. ein, bei Cryptobranchus ausserdem mit dem N. spinalis VI. die Ansa spinalis V.

Ventraler Ast des N. spinalis VI. Bei Cryptobranchus geht ein kleines Aestchen desselben Beziehungen zum Plexus brachialis ein und bildet mit dem N. spinalis V. die Ansa spinalis V.

Der Complex aller dieser Ansae in Gemeinschaft mit den N. thoracici superiores und inferiores bildet den Plexus brachialis. Die aus ihm hervorgehenden Nerven lassen sich hier, überhaupt bei allen Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren, in drei (resp. vier) Schichten sondern. Von diesen (bei Annahme von vier Schichten) werden die beiden äusseren von den Nerven, welche die nur am Brustgürtel inserirenden also lediglich auf den Rumpf (Thorax) beschränkten Muskeln versorgen, die beiden inneren von den Nerven, welche die mit irgend welchen Theilen der vorderen Extremität selbst in Verbindung stehenden Muskeln innerviren, gebildet. Die beiden ersteren sind als Nn. thoracici superiores und inferiores[1]) zu bezeichnen, je nachdem sie die Muskeln

1) Weit besser wären die Bezeichnungen: Nn. brachiales dorsales und ventrales. Da aber bereits für jeden Nerven dorsale und ventrale Aeste unterschieden werden, würde der wiederholte Gebrauch dieser Benennungen für Theile der ven-

am dorsalen (resp. lateralen) oder am ventralen Abschnitte des Rumpfes innerviren, die beiden letzteren als Nn. brachiales superiores und inferiores, je nachdem sie die dorsal gelegenen Streckmuskeln oder die ventral gelegenen Beugemuskeln der vorderen Extremität[1]) versorgen. Von diesen Schichten existirt eine deutliche Scheidung zwischen Nn. thoracici superiores, Nn. brachiales superiores und Nn. brachiales inferiores; erstere zweigen sich in der Regel sehr früh von den beiden anderen ab und sind meist durch dazwischen gelagerte hypaxone Rumpfmuskeln (System der Scaleni superiores bei den höheren Wirbelthieren) von ihnen abgetrennt. Weniger bestimmt hingegen ist die Scheidung der dritten von der vierten Schichte, weshalb die letztere nicht als selbständiger Complex aufzufassen, sondern mit der dritten Schichte zu vereinen ist. Danach existiren drei Schichten, die von oben nach unten gerechnet die Reihenfolge ergeben: 1) Nn. thoracici superiores, 2) Nn. brachiales superiores, 3) Nn. brachiales inferiores und Nn. thoracici inferiores[2]).

Die Nn. brachiales inferiores sind folgende:

a) N. supracoracoideus (12)[3]). Ein mittelstarker Nerv, der entweder von dem N. spinalis III. abgegeben wird (Proteus) oder aus der Ansa II. hervorgeht, dann zum kleinern Theile von N. spinalis II., zum grössern

---

tralen Aeste nur zu Verwechslungen führen. — Eine allerdings sehr mangelhafte und von der hier gegebenen abweichende Eintheilung in Schichten wurde auch von Cuvier für die Nerven des Menschen gegeben (Leçons a. a. O. p. 253). Cuvier unterscheidet drei Schichten (faisceaux), eine mittlere, aus der Medianus und Ulnaris, eine hintere, aus der Radialis und Axillaris, und eine äussere, aus der die Thoracici, Scapulares, Cutaneus externus und internus (?) hervorgehen.

1) Die Trennung in Streck- und Beugemuskeln kann sich durch verschiedenartige secundäre Anpassungen derart verwischen, dass ursprüngliche Streckmuskeln die Functionen von Beugern ausüben und umgekehrt. Nach diesem Gesichtspuncte sind alle abweichenden Verhältnisse zu erklären. Eine ursprüngliche Scheidung in Strecker und Beuger ist nichts desto weniger festzuhalten.

2) Vorausgreifend mag folgendes bemerkt werden. Die Nn. thoracici superiores entsprechen den menschlichen N. dorsalis scapulae und N. thoracicus posterior s. lateralis, die Nn. brachiales superiores sind Homologe der menschlichen Nn. subscapulares, N. cutaneus brachii internus minor (mit Beschränkung), N. axillaris und N. radialis, die Nn. brachiales inferiores und Nn. thoracici inferiores sind zu vergleichen den menschlichen Nn. thoracici s. pectorales anteriores, N. cutaneus brachii internus major s. medius, N. musculocutaneus, N. medianus und N. ulnaris (mit Beschränkung); von den Nn. thoracici s. pectorales anteriores kann der zum M. subclavius gehende Ast als specielles Homologon der Nn thoracici anteriores aufgefasst werden.

3) Der N. supracoracoideus der Urodelen ist seiner überwiegenden Hauptmasse nach sicher als ein N. brachialis inferior aufzufassen, doch kann ein vollkommener

von N. spinalis III. gebildet (Siredon, Cryptobranchus, Salamandra). Er geht in lateralem und etwas nach vorn gerichtetem Verlaufe nach dem Foramen coracoideum, durch das er nach aussen zu der Innenfläche des M. supracoracoideus (*spc*), coraco-radialis proprius (*crp*) (13) und des hinteren Theiles des procoraco-humeralis (*ph*) tritt (14), bei Proteus auch an die Haut zwischen Coracoid und Procoracoid (15).

Dieser Nerv ist keinem menschlichen Nerven direct zu vergleichen, steht aber in naher Beziehung zum N. suprascapularis, wie namentlich die Verhältnisse bei den Monotremen in einleuchtendster Weise ergeben (siehe unten Cap. VI). Sein Verlauf durch den Brustgürtel oder vor demselben (bei Proteus durch die Incisura coracoidea) schliesst jede Vergleichung mit Nerven aus, die hinter demselben (resp. hinter dem Processus coracoideus) nach aussen an den Oberarm treten. Aus diesem Grunde kann ich mit Humphry's Deutung, als Homologon des N. musculo-cutaneus, nicht übereinstimmen, um so mehr nicht, als der N. supracoracoideus weder einen Hautast an den Arm schickt, der irgendwie mit dem R. cutaneus externus n. musculocutanei zu vergleichen wäre, noch zu den Mm. coraco-brachiales und brachialis inferior in Beziehung steht.

b) N. pectoralis (17) [1]. Ansehnlicher Nerv, der meist aus dem N. spinalis IV. und V., zu denen auch ein feines Fädchen aus dem N. spinalis III. treten kann, bei Cryptobranchus aus dem N. spinalis IV., V. und VI. hervorgeht und sich nach Bildung der Ansa IV. von dem hintern Theile des Plexus abzweigt. Er geht nach Abgabe eines inconstanten Hautästchens an die Brust (18) um den hintern Rand des Coracoid und seiner Muskeln nach der Innenseite des M. pectoralis (*p*), in dem er sich mit mehreren Zweigen (19) verästelt. Ausserdem findet sich bei Proteus ein kleines Aestchen an den M. obliquus abdominis externus (20).

Der Nerv ist ein Homologon der sogenannten Nn. thoracici anteriores des Menschen. Da diese Bezeichnung der menschlichen Anatomie wenig Werth hat und mit der hier eingeführten Eintheilung und Benennung der Nerven im Widerspruch steht und leicht zu Verwechslungen Anlass geben kann, wurde sie nicht angenommen.

Mangel von Elementen eines N. brachialis superior nicht nachgewiesen werden, weil eine Trennung beider Schichten an seiner Ursprungsstelle noch nicht eingetreten ist. Humphry lässt durch ihn die Mm. coraco-brachialis superficialis (= Supracoracoideus), Biceps (= Coraco-radialis proprius) und vielleicht auch den Coraco-brachialis brevis versorgen und deutet ihn als N. musculo-cutaneus und als seriales Homologon des N. obturatorius.

1) Von Humphry beschrieben, aber nicht besonders bezeichnet.

c) N. brachialis longus inferior (21)[1]. Der kräftigste Endast des Plexus, durch Verbindung von Theilen des N. spinalis III mit den vereinigten Nn. spinales IV. und V., bei Cryptobranchus durch Vereinigung von Aesten des N. spinalis IV., V. und VI. gebildet.

Der N. brachialis longus inferior ist ein Homologon aller der Nerven des Menschen, welche die Beugeseite der vorderen Extremität versorgen, er enthält also in sich die Elemente des N. medianus, ulnaris und musculo-cutaneus, die bei den Amphibien im Bereiche des proximalen Endes des Oberarms noch nicht getrennt und überdies auch in anderer Weise vertheilt sind. Er giebt vor seinem Austritte aus der Brusthöhle die Nn. coraco-brachiales ab und geht sodann in einer wenig gedehnten Spirale[2] zwischen dem M. anconaeus coracoideus (*ac*) und M. anconaeus humeralis medialis (*ahm*) nach der Beugeseite des Oberarms. Zugleich theilt er sich früher oder später, bei Salamandra am proximalen Ende des Oberarms, bei Proteus und Siredon vor der Mitte, bei Cryptobranchus am distalen Ende, in zwei lange Endäste, den Ramus superficialis und profundus.

α) Nn. coraco-brachiales (22)[3]. Ein oder zwei Aeste, die vor dem N. pectoralis liegen, zwischen dem M. anconaeus coracoideus und den Mm. coraco-brachiales verlaufen und sich im M. coraco-brachialis longus und brevis verzweigen.

Diese Nervenzweige entsprechen nur theilweise dem N. musculo-cutaneus; die diesem zugehörigen Hautäste und Aeste für den M. brachialis inferior werden vom R. superficialis n. brachialis longi inferioris abgegeben. Ein vollkommenes Homologon des N. musculo-cutaneus fehlt den Urodelen.

β) R. superficialis n. brachialis longi inferioris (23)[4]. Ansehnlicher Nerv. Er giebt am Anfange des Oberarms ein feines Aestchen (24) an den M. brachialis inferior (*hai*) ab und theilt sich hierauf in mehrere Hautäste [Nn. cutanei inferiores mediales (25) et laterales (26) und einen Muskelast (27)], die vorzugsweise

1) Von Humphry nach Abgabe der Muskeläste für die Mm. coraco-brachiales als Medianus beschrieben.

2) Die Bildung dieser Spirale sowohl für den N. brachialis longus inferior wie superior ist Folge der Drehung des Humerus. Die spiralige Windung des letzteren ist meist deutlicher, weil auf die ganze Länge des Oberarms ausgedehnt, als die des ersteren, welcher blos in der Schultergegend und am proximalen Ende des Oberarms eine Spirale macht, während er in der Mitte und am distalen Theile desselben gerade verläuft.

3) Von Humphry beschrieben, aber nicht benannt.

4) Humphry: The ulnar trunk of the median nerve.

die Haut der Beuge des Vorderarms und die oberflächlicheren Muskeln innerviren.

Nach Art seiner Vertheilung am Oberarm, Vorderarm und der Hand (deren detaillirte Beschreibung nicht hierher gehört) ist er einzelnen Elementen der Nn. musculo-cutaneus, ulnaris und medianus homolog, durchaus aber nicht dem Ulnaris, wie HUMPHRY will, zu vergleichen.

γ) R. profundus n. brachialis longi inferioris (28)[1]. Dem vorigen gleich starker Nerv. Er giebt in der Regel keinen Ast an den Oberarm ab, sondern versorgt gemeinsam mit dem R. superficialis Beugeseite des Vorderarms und der Hand, namentlich deren tiefere Muskelschichten.

Enthält in sich Elemente des N. medianus und ulnaris, besonders des N. interosseus internus, ist aber mit keinem von diesem direct vergleichbar.

Die Nn. brachiales superiores vertheilen sich in folgender Weise:

a) N. subscapularis (29)[2]. Ein (Salamandra, Cryptobranchus) oder zwei (Proteus, Siredon) dünne Nerven, die entweder noch vor Bildung der Ansa superior III. vom N. spinalis III. entspringen (Proteus, Siredon, Salamandra) oder von den vereinigten Nn. spinales III., IV. und V. abgehen, vom N. spinalis IV. vorzugsweise gebildet (Cryptobranchus), und in lateralem Verlaufe an die Innenseite des M. subscapularis oder M. subcoracoideus gehen und ihn innerviren.

Die Homologie dieses Nerven mit dem menschlichen N. subscapularis (anterior) ist klar.

b) N. dorsalis scapulae (axillaris.) (30)[3]. Ein (seltener zwei) ziemlich kräftiger Nerv, der entweder vom N. spinalis III., gleich hinter dem N. subscapularis vor oder nach Bildung der Ansa superior III. (Salamandra, Proteus) oder vom N. spinalis III. und IV. (Siredon) oder vom N. spinalis III., IV. und V. (Cryptobranchus) abgegeben wird und sich oberhalb (dorsal) vom M. anconaeus scapularis medialis (*asm*) und innen vom M. latissimus dorsi (*dh*) um

1) HUMPHRY: The median trunk of the median nerve.

2) HUMPHRY: Subscapular nerve.

3) HUMPHRY: The nerves to the last two muscles (dorsalis scapulae and precoracobrachial) which must, in part any rate, answer to the muscles (infra- and supraspinatus), which are, in ourselves, supplied by the suprascapular nerve. It is interesting to observe the nerves in this animal taking a course, behind the scapula to supply the muscles on the dorsum of the scapula etc.

den hintern Rand der Scapula herumschlägt, auf deren Aussenfläche, vom M. dorsalis scapulae (*ds*) bedeckt und ihm mehrere kräftige Zweige (31) mittheilend, er nach vorn verläuft und sich am vordern Rande dieses Muskels in einen oder zwei Haut- und einen Muskelast theilt. Die Hautäste (Nn. cutanei laterales brachii superiores) (32) versorgen die Haut der Achsel und vordern Brust, der Muskelast (33) innervirt den grösseren vorderen Theil des M. procoraco-humeralis (*ph*).

Ein vollkommenes Homologon dieses Nerven fehlt beim Menschen. Humphry hält eine Vergleichung mit dem N. suprascapularis für wahrscheinlich (might be designated Suprascapular) wegen seiner Endigung in den Mm. dorsalis scapulae und procoraco-humeralis, die er mit den Mm. infra- und supraspinatus des Menschen homologisirt. Dagegen spricht als Hauptgrund sein von dem N. suprascapularis ganz abweichender Verlauf (hinter anstatt vor der Scapula), ein Umstand, den Humphry auch mit Recht betont, aber nur »interesting« findet, ohne ihn aufzuklären. Gerade dieser von den menschlichen Verhältnissen ganz abweichende Verlauf erregt auch Bedenken gegen die Homologie der Mm. dorsalis scapulae und procoracohumeralis mit den Mm. infra- und supraspinatus, eine Homologie, die durch die vergleichende Behandlung der andern Wirbelthierklassen vollständig widerlegt wird (vergleiche die folgenden Capitel). Eine Vergleichung mit dem N. suprascapularis ist also unbedingt auszuschliessen. Allein Berücksichtigung verdient das Verhältniss zum N. axillaris. Dieser hat mit dem N. dorsalis scapulae sowohl, nach der Richtung seines Verlaufes, als auch nach dem Bereiche seiner Vertheilung (an der Haut der Schulter und an Muskeln, deren nahe Beziehung zum Deltoideus nicht abgesprochen werden kann) grosse Aehnlichkeit. Wir würden nicht anstehen, ihn ohne Weiteres mit diesem zu vergleichen, wenn nicht seine abweichende Lage oberhalb des M. anconaeus scapularis (theilweises Homologon des Caput longum m. tricipitis hominis) dagegen spräche.

c) Nn. latissimi dorsi (34)[1]. Ein oder zwei ziemlich dünne Nerven, die von den Nn. spinales III. und IV., bei Cryptobranchus von den Nn. spinales III., IV. und V. abgehen, der vordere meist gemeinsam mit dem N. dorsalis scapulae, und die in die Innenseite des M. dorso-humeralis (latissimus dorsi) (*dh*) eindringen.

Der Nerv ist ein Homologon des sogenannten N. subscapularis longus s. marginalis scapulae des Menschen. Die nahe Beziehung zu den den M. subscapularis innervirenden Nerven erscheint mir aber,

---

1) Von Humphry zu den Nn. subscapulares gerechnet.

auch beim Menschen, ebensowenig klar gelegt, als eine Zurückführung des M. subscapularis und M. latissimus dorsi auf eine gemeinsame indifferente Grundform möglich ist. Vielmehr gehören beide Muskeln von Anfang an verschiedenen Systemen an, und darum dürfte von einer Bezeichnung der Nerven des M. latissimus dorsi als Nn. subscapulares abzusehen sein.

d) Nn. brachiales longi superiores (Radialis). Ein oder in der Regel zwei kräftige Endäste der oberen Schichte des Plexus brachialis. Im ersteren (nur bei einem Exemplar von Salamandra maculata beobachteten) Falle ist der Nerv die directe Fortsetzung der Ansa super. IV. und theilt sich gleich hinter dieser in den vorderen stärkeren N. radialis profundus (35) und den hinteren schwächeren N. radialis superficialis (38). Im letzteren Falle entsteht der N. radialis profundus aus der Ansa sup. III. der N. radialis superficialis allein aus dem keine Ansa eingehenden N. spinalis IV. oder V.

α) N. radialis profundus (35) [1]. Dringt zwischen den Mm. anconaeus scapularis medialis (*asm*) und anconaeus humeralis lateralis (*ahl*) einerseits und dem M. anconaeus humeralis medialis (*ahm*) andererseits in die Streckmuskelmasse des Oberarms ein, giebt an die tiefere Lage oder bei schwach entwickeltem N. radialis superficialis an die ganze Masse derselben Muskeläste (36) ab und tritt nach gedehnt spiraligem Verlaufe durch diese Streckmuskeln vor dem Condylus radialis in die Ellenbogenhöhle und von hier aus wieder in die Streckmuskulatur des Vorderarms und an den Handrücken und zwar an dessen radialen Theil (37).

Der Nerv entspricht theilweise den tieferen Partien des menschlichen Radialis.

β) N. radialis superficialis (38) [2]. Giebt in der Achselhöhle einen kleinen Hautnerven (39) an den lateralen Theil der Streckseite des Oberarms ab [3], verläuft hierauf neben dem N. radialis profundus durch die Streckmuskulatur des Oberarms, ihrer oberflächlichen Partie mitunter Aeste abgebend (40) und tritt auf dem Condylus radialis unter die Haut des Vorderarms. Bei geringer Entwickelung (Salamandra) ist er in dessen Bereiche lediglich

1) Humphry: Musculo-spiral or Radial nerve.

2) Humphry: Posterior ulnar, or better, inferior musculo-spiral nerve.

3) Vermuthlich Humphry's circumflex nerve. Die theilweise Homologie mit dem N. cutaneus brachii posterior, einem Ast des N. circumflexus s. axillaris, ist allerdings sehr wahrscheinlich.

Hautnerv der Streckseite (N. cutaneus superior brachii et antibrachii [41] oder er versorgt auch (Cryptobranchus) die Muskulatur derselben und geht bis zur Ulnarseite der Streckfläche der Hand.

Dieser Nerv ist vorzugsweise den oberflächlicheren Theilen des N. radialis hominis zu vergleichen. Ob er auch, was nicht unwahrscheinlich ist, dorsale Elemente des N. ulnaris enthält, ist erst durch eine genaue vergleichende Bearbeitung des Vorderarms und der Hand zu entscheiden.

Neben dem Ursprunge des N. pectoralis zweigt sich von der Ansa IV. ein obere und untere Nervenelemente enthaltendes Fädchen ab, das sich an der Haut des medialen Theiles der Streckseite des Oberarms (N. cutaneus brachii superior medialis [42]) vertheilt. Nach Lage und Vertheilung ist es ein Homologon des menschlichen N. cutaneus brachii internus minor s. Wrisbergii.

§. 3.

Muskeln der Schulter und des Oberarms[1]).

(Vergleiche Taf. XV u. XVI.)

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms lassen sich einmal nach ihren Beziehungen zum Nervensystem, dann nach ihrer Lage (Ursprung und Insertion) in folgende Gruppen[2]) eintheilen:

---

1) Literatur:

FUNK, a. a. O. S. 11. Taf. II., Fig. 11. 12.

MECKEL, a. a. O. Band III. Halle 1828. S. 159 f. S. 174 f. S. 200 f. (Muskeln von Proteus anguineus, Triton cristatus und Salamandra maculata).

DUGÈS, a. a. O. S. 186 f. (Triton).

CUVIER, a. a. O. I. S. 402. (kurze Bemerkung über den Deltoideus und Coracobrachialis der Salamandrinen.)

STANNIUS, a. a. O. S. 121 f. S. 124 f.

RÜDINGER, Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögel. Haarlem 1868. S. 14 f. S. 95 f. S. 101. (Siredon, Proteus, Triton, Salamandra.)

OWEN, Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrales. Vol. I. London 1866. S. 217 f.

MIVART, Notes on the Myology of Menopoma Alleghaniense and Menobranchus lateralis. Proc. Zool. Soc. of London 1869. S. 264 f. u. S. 453 f.

HUMPHRY, a. a. O. S. 30 f.

2) Ausser diesen werden von FISCHER noch drei zur Schulter in Beziehung stehende Muskeln angegeben, die zu untersuchen ich keine Gelegenheit hatte und die ich nicht mit Bestimmtheit deuten kann. Der erste, »Levator maxillae inferioris ascendens« (Anatomische Abhandlungen über Perennibranchiaten und Derotremen S. 64 und als Appressor maxillae inferioris in Amphibiorum nudorum neurologiae specimen I. S. 42), findet sich bei Amphiuma (und Caecilia). »Er

A. Durch N. vagus innervirt:

Ursprung von der dorsalen Fläche des Hinterkopfes und Rückens.

Insertion am Brustgürtel:

Capiti-dorso-scapularis (Cucullaris).

---

entspringt mit zwei Portionen: 1) von der die Muskeln vor- und medianwärts vom Schultergerüst überziehenden Fascie, und zwar in einer Querlinie, die sich vom Oberarmgelenk bis zur ventralen Mittellinie des Körpers erstreckt, 2) von der äusseren Fläche des winzigen Oberarms nahe unter dessen Gelenk mit dem Schulterblatt. Seine Fasern laufen convergirend nach vorn und oben und inseriren sich an die Spitze des bei Amphiuma ungewöhnlich langen hinteren Unterkieferfortsatzes.« Dieser Muskel, der gemeinsam mit dem M. mylohyoideus posterior von dem R. jugularis n. facialis (S. Fischer a. a. O. S. 136) versorgt wird, fehlt den andern untersuchten Urodelen in der beschriebenen Form. Doch ist der sogenannte Mylohyoideus posterior bei Proteus sehr ansehnlich nach hinten zu entwickelt und erstreckt sich nahezu bis zum Brustgürtel. Diese Beziehung und die gemeinsame Innervation mit dem Mylohyoideus posterior sprechen für eine nähere Zusammengehörigkeit beider Muskeln. Eine weitere Bestätigung dieser Vermuthung wird gewonnen durch die Vergleichung mit den Fischen, vorzugsweise den Selachiern und Chimären. Bei diesen liegt, nach den eingehenden Untersuchungen Vetter's (demnächst unter dem Titel »Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische« erscheinend), direct unter der Haut in der Kiefer- und Kiemengegend eine mehr oder minder mächtige von Trigeminus, Facialis, Glossopharyngeus und Vagus innervirte Quermuskelmasse, die in ihrem vordern Theile den Raum zwischen den beiden Unterkiefern ausfüllt, in ihrem mittleren Abschnitte theilweise die äusseren Kiemenbogen umhüllt, theilweise durch sie Unterbrechungen erleidet und dann sehr complicirte Beziehungen eingeht, die zu beschreiben hier nicht der Ort ist, und die in ihrer hinteren dünneren und sehnigen Partie sich (bei Heptanchus, Scymnus, Chimaera) an die Oberfläche des Brustgürtels anheftet und sogar bis auf die Basis der Brustflosse erstreckt. Dieser Muskel, für den ich den Namen Constrictor arcuum visceralium vorschlagen möchte, findet sich, wenn auch etwas verändert, bei Lepidosiren und Ceratodus (s. Humphry. the Muscles of Lepidosiren annectens and Ceratodus. Journal of Anatomy and Physiology. II. Ser. No. X. May 1872. Cambridge and London. S. 253 f. S. 279 f., von Humphry als most or mesial portion of the cervicalis superficialis beschrieben). Bei der Mehrzahl der Amphibien sind die, bei Ceratodus noch vollständig gewahrten, Beziehungen zum Brustgürtel aufgegeben, der Muskel ist verkümmert bis auf vordere Theile zwischen dem Unterkiefer und dem ersten eigentlichen Kiemenbogen (da auch meistens reducirt) und einzelne tiefere zu Pharynx und Larynx in näherem Connex stehende Partien: es sind allein noch erhalten die Mm. mylohyoidei und constrictores pharyngis et laryngis. Nur bei Amphiuma (und Caecilia) existirt ein Zusammenhang des Muskels mit dem Brustgürtel als sogenannter Levator maxillae inferioris ascendens. Ob dieser wirklich genau homolog ist den hinteren mit dem Brustgürtel und der Brustflossenbasis verbundenen Partien des Constrictor arcuum visceralium der Selachier und Chimären, oder ob er eine vorwiegend nach hinten zu entwickelte Partie des vordern Abschnittes darstellt, kann zur Zeit nicht entschieden werden. Für die letztere Annahme spricht die Innervation durch den Facialis (die hintere Partie des

B. Durch Nn. thoracici superiores innervirt:

Insertion am dorsalen Abschnitt des Brustgürtels.

a) Ursprung vom ventralen Theile des Hinterkopfes

Basi-scapularis (Levator scapulae).

b) Ursprung von Rippen:

Thoraci-scapularis (Serratus magnus).

C. Durch N. thoracicus inferior II. anterior innervirt:

Ursprung von der ventralen Bauchmuskelmasse, Insertion an der Innenfläche des Brustgürtels:

Pectori-scapularis internus.

D. Durch Nn. brachiales inferiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (Bauchfläche, Sternum), Insertion am Oberarm:

Pectoralis.

b) Ursprung vom ventralen Theile des Brustgürtels (Coracoid).

α) Durch N. supracoracoideus innervirt, Insertion am Oberarm und Vorderarm:

Supracoracoideus mit Coraco-radialis proprius.

β) Durch Aeste des N. brachialis longus inferior innervirt, Insertion am Oberarm:

Coraco-brachialis longus und brevis.

c) Ursprung vom Oberarm, Insertion am Vorderarm (Radius und Ulna).

Humero-antibrachialis inferior (Brachialis inferior).

Constrictor der Selachier wird vom Vagus versorgt), falls diese wirklich ausschliesslich für den ganzen Muskel gilt. — Die beiden andern Muskeln finden sich allein bei Menobranchus (s. Fischer, Anatomische Abhandlungen etc. S. 146 f.). Der eine, »M. omopharyngeus«, »erstreckt sich vom vordern Rande der knöchernen Scapula nach vorn an dieselbe Inscriptio tendinea, die dem dorsotrachealis zur Insertion dient,« und wird innervirt durch einen feinen Ast des N. vagus, der andere wird von Fischer ohne weitere Ausführung als M. sterno-cleido-mastoideus angegeben. Der Mangel einer eingehenden Beschreibung und beigefügten Abbildung lässt eine sichere Deutung nicht zu. Nach Lage und Innervation lassen sich in ihnen mit Wahrscheinlichkeit Verwandte des M. capiti-dorso-scapularis erkennen.

E. Durch Nn. brachiales inferiores und superiores zugleich innervirt:

Ursprung vom vorderen Theil des ventralen Abschnittes des Brustgürtels, Insertion am Oberarm:

Procoraco-humeralis.

F. Durch Nn. brachiales superiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (dorsale Fläche des Rückens), Insertion am Oberarm:

Dorso-humeralis (Latissimus dorsi).

b) Ursprung vom Brustgürtel, Insertion am Oberarm:

α) Ursprung von der Aussenfläche der Scapula, Insertion am Processus lateralis:

Dorsalis scapulae.

β) Ursprung von der Innenfläche des Brustgürtels, Insertion am Processus medialis:

Subcoraco-scapularis.

c) Ursprung vom Brustgürtel und Oberarm, Insertion am Vorderarm (Ulna):

Anconaeus.

---

1. Capiti-dorso-scapularis (Cucullaris) (*cds*) [1].

Omomastoideus: Funk (Fig. 11 h, Fig. 18 k).
Vorwärtsziehen der Schulter: Meckel (No. 1).
Spini-sus-scapulaire, portion du trapèze; Masto-sus-acromial ou sternomastoidien; Ex-occipito-sus-scapulaire, portion du trapèze: Dugès (No. 28. 30. 31).
Fasciculus of protractor scapulae: Owen (No. 49).

---

1) Stannius beschreibt an seiner Statt zwei Muskeln, von denen der eine »von der hinteren Schädelgegend zur Scapula und zum Processus acromialis erstreckt ist« der andere »von der Rückengegend abwärts zur Grenze der Scapula und des Proc. acromialis erstreckt ist«. Eine Deutung ist nicht gegeben.

Rüdinger beschreibt bei Siredon eine von der bei Triton und Salamandra abweichende Insertion (von ihm als Ursprung aufgefasst). Während er bei beiden letzteren von der Scapula entspringt, soll er bei ersterem von »dem rundlichen Knochen, welcher mit der Scapula in Verbindung tritt« (!) kommen. Diese Angabe ist mir unverständlich. Jedenfalls aber, es mag nun unter »dem rundlichen Knochen« das Procoracoid oder die knöcherne Scapula oder blos ein Theil derselben verstanden sein, kann ich die Verschiedenheit nicht bestätigen.

Cucullaris et Sterno-cleido-mastoideus: RÜDINGER.
Trapezius: MIVART, HUMPHRY.

Ein verschieden entwickelter Muskel. Bei den Sozobranchiern ist er schmal und klein (besonders bei Menobranchus und Amphiuma) und entspringt lediglich vom Rücken [1]), von einer dünnen Aponeurose die sich über die mediale Längsmuskulatur hinwegzieht und mit der Haut verwachsen ist. Er ist also hier allein ein Dorso-scapularis. Bei den Sozuren ist er breiter und bis zum Kopfe ausgedehnt. Er entspringt hier muskulös vom Hintertheil des Os occipitale laterale, sowie von der dünnen auf der Längsmuskulatur des Rückens aufliegenden Aponeurose in der Höhe der zwei ersten Wirbel. Er ist hier ein Capiti-dorso-scapularis. Mit convergirenden Fasern geht er nach unten und hinten und inserirt kräftig am vordern Rande der an einander stossenden meist verknöcherten Theile der Scapula und des Procoracoids.

Innervirt durch Rr. accessorii n. vagi (α).

Ueber die allgemeine Homologie dieses Muskels mit den zu einander in naher Beziehung stehenden Cucullaris und Sterno-cleido-mastoideus des Menschen kann kein Zweifel bestehen; Ursprung, Insertion und Innervation sind nur in unwesentlichen Puncten (z. B. Mangel einer clavicularen Insertion) verschieden. Mit geringerer Bestimmtheit dagegen ist die Frage zu beantworten, in wie weit Homologa des Sterno-cleido-mastoideus und in wie weit Homologa des Cucullaris im Capiti-dorso-scapularis der Urodelen enthalten sind. Bei den Sozobranchiern schliesst der Mangel aller vom Kopfe kommenden Partien eine Vergleichung des Dorso-scapularis mit dem Sterno-cleido-mastoideus vollkommen aus und gestattet nur eine Homologisirung mit dem Rumpftheil des Cucullaris. Bei den Sozuren dagegen entspricht der sehr weit lateral ausgedehnte Ursprung der Kopfpartie dem Ursprunge nicht allein des Kopftheils des menschlichen Cucullaris, sondern auch der lateralen Portion des Sterno-cleido-mastoideus, allein der weitere Verlauf dieser Partie, ihre Insertion [2]) und namentlich

[1]) Dieser auf den Rücken beschränkte Ursprung bei den Sozobranchiern ist als ursprüngliches Verhältniss aufzufassen; die in der Kiemengegend entwickelten Mm. levatores branchiarum (übrigens nebst den von FISCHER sogenannten Mm. digastricus maxillae inferioris, dorso-laryngeus und dorso-trachealis metamere Homologe des M. cucullaris) gestatten keinen Raum für eine Entwickelung nach vorn; erst nach deren Verkümmerung bei den Sozuren ist diese möglich: der Ursprung des Muskels greift dann bis nach der Kopfgegend über.

[2]) Das Verhältniss der Insertion ist übrigens mit grosser Vorsicht zu behandeln. Erkennt man in der Clavicula einen morphologisch ganz selbständigen Skelettheil des Brustgürtels und nimmt man als wesentliche Eigenschaft des M. cleido-mastoi-

ihre (niemals wie beim Sterno-cleido-mastoideus des Menschen z. Th. durch Nn. spinales besorgte) Innervation erregen Bedenken gegen jede Vergleichung mit diesem Muskel. Beachtung verdient die von Humphry als wahrscheinlich angeführte nähere Beziehung zu dem sogenannten Cervico-humeralis der Säugethiere (Näheres hierüber vergleiche Cap. VI und VII bei der Besprechung dieses Muskels). — Bei Triton (und Siredon und Salamandra (?) nach Rüdinger) ist der Muskel nicht ganz homogen, sondern zeigt eine leise Andeutung eines Zerfalles in zwei oder drei Partien. Ihn deshalb in zwei oder drei selbständige Muskeln zu trennen, wie Stannius und Dugès thun, erscheint mir nicht berechtigt.

2. Basi-scapularis (Levator scapulae) (*bs*) [1].

Levator anguli scapulae: Funk, Rüdinger, Mivart.
Sous-occipito-adscapulaire, angulaire: Dugès (No. 32).
Fasciculus of protractor scapulae: Owen (No. 19).
Levator scapulae: Humphry.

Ein bei den Sozobranchiern langer und schmaler, bei den Sozuren kürzerer und breiterer Muskel, der bei ersteren von den Kiemenbogen und ihren Weichtheilen bedeckt ist, bei letzteren direct unter dem Capiti-dorso-scapularis (*cds*) liegt. Er entspringt vom Os occipitale

deus an, dass er nur an der Clavicula und nicht am primären Brustgürtel inserirt, so ist die Ausschliessung einer Homologie desselben mit dem Capiti-spino-scapularis vollkommen gerechtfertigt; fasst man aber die Clavicula (zunächst der anuren Amphibien) nur als histologische Differenzirung des das Procoracoid umgebenden Bindegewebes (Perichondriums bei Rana, vergleiche Gegenbaur, Schultergürtel etc. S. 55) auf, sieht man also darin keinen wesentlichen Unterschied, ob der Cleido-mastoideus an dem sogenannten primären Knochen (Procoracoid) oder an dem sogenannten secundären Knochenbeleg desselben (Clavicula) inserirt, so ist eine Vergleichung des Cleido-mastoideus und Capiti-dorso-scapularis (der wie oben erwähnt auch an den scapularen Theil des Procoracoids sich ansetzt) gestattet. Von der Thatsache ausgehend, dass die Clavicula ursprünglich ein ganz selbständiger, von dem sogenannten primären Brustgürtel getrennt entstehender Hautknochen ist (Accipenser), der erst später mit diesem sich verbindet, möchte ich ersterer Auffassung den Vorzug geben und nur dann eine Vergleichung mit dem menschlichen Sterno-cleido-mastoideus zulassen, wenn eine Insertion an clavicularen Elementen bestimmt nachweisbar ist.

1) Entspricht vielleicht Meckel's No. 8. Wegen ungenau angegebenen Ursprungs ist ein Vergleich nicht möglich.

Stannius beschreibt ihn als Muskel »der von der hinteren Schädelgegend zur Vorderseite des oberen Randes der Scapula tritt«.

Rüdinger lässt ihn vom hintern lateralen Theile des Schädels entspringen und »die laterale Halsmuskelbewegung begrenzen« (!?).

basilare und geht breiter werdend nach hinten zum Brustgürtel an das sogenannte Suprascapulare. Bei den Sozobranchiern heftet er sich in der Regel nur an dessen Vorderrand an, bei den Sozuren greift seine Insertion auch auf den vorderen Theil der Aussenfläche desselben über.

Innervirt durch Nn. thoracici superiores (2, 4).

Der Muskel kann als Homologon des menschlichen Levator scapulae aufgefasst werden. Eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen beiden existirt allerdings nicht: der menschliche Levator entspringt von den Querfortsätzen der Halswirbel und inserirt niemals an der Aussenfläche der Scapula. Beide Verschiedenheiten sind aber keine principiellen. Die ausserordentliche Variabilität der Ursprungszacken des menschlichen Levator scapulae, die einerseits auch von den Querfortsätzen der hintern Halswirbel, andererseits auch vom Hinterhaupte kommen können, zeigt, dass die Definition des Ursprungs des Levator scapulae nicht blos auf die Querfortsätze der vier ersten Halswirbel beschränkt werden darf, sondern vielmehr auf die Pars basilaris ossis occipitalis (deren lateraler Theil ein metameres Homologon der Processus transversi ist) und die Querfortsätze (d. h. die vereinigten Processus transversi und Costae) aller Halswirbel ausgedehnt werden muss. Die bei den Sozuren stattfindende Ausdehnung der Insertion auf die Aussenfläche der Scapula ist nur als eine diesen eigenthümliche Anpassung aufzufassen, die mit der schwachen Entwickelung der sonst mit derselben verbundenen Muskeln in Correlation steht.

3. Thoraci-scapularis (Serratus magnus) (*ths*) [1].

Depressor anguli scapulae inferioris: Funk (Fig. 11 m).
Grösserer Rückwärtszieher der Schulter: Meckel (No. 2.
Costo-sous-scapulaire ou grand dentelé: Dugès (No. 29
Serratus anticus major: Rüdinger.
Levator scapulae und Serratus anticus major: Owen (No. 19 u. 21).
Serratus magnus: Mivart, Humphry.

---

1) Meckel's Angabe, dass der grössere Rückwärtszieher »auch an das obere Ende des Oberarms reicht« kann ich nicht bestätigen.

Stannius giebt zwei Muskeln an, von denen der eine »den Hinterrand der Scapula etwas schräg abwärts gegen die Bauchseite zieht« der andere »die Unterfläche der Scapula schräg abwärts zur Bauchseite zieht«.

Die Beschreibung Mivart's, wonach der Serratus magnus von der »lateralen Muskelmasse« entspringt, ist nicht ganz exact. Ueberall lässt sich ein Zusammenhang mit den Rippen oder wenigstens Inscriptiones tendineae nachweisen.

Verschieden grosser Muskel. Bei Proteus sehr unansehnlich, bei Menobranchus und Menopoma etwas entwickelter aber noch ohne nachweisbare getrennte Zacken (nach den Angaben früherer Beobachter). Diese treten erst auf bei Cryptobranchus, wo sich zwei, und bei Siredon, wo sich drei, vielleicht auch vier, finden. Differenzirter ist der Muskel bei den Sozuren, namentlich bei Salamandra. Bei letzterer lassen sich eine untere und eine obere Partie unterscheiden.

a) Untere Partie (*ths,*). Besteht aus einem einzigen Muskelbündel, das von der Spitze der zweiten Rippe entspringt und an der Innenfläche des Knorpeltheils der Scapula (Suprascapulare) nahe der Grenze mit ihrem Knochentheil neben der Insertion des Capiti-dorso-scapularis sich ansetzt.

b) Obere Partie (*ths,,*). Besteht aus vier discreten Muskelbündeln, die von den vier ersten Rippen, mit Ausnahme ihrer äusseren Enden entspringen und an der Innenfläche des Knorpeltheils der Scapula nahe ihrem oberen Rande inseriren. Das von der ersten Rippe entspringende Bündel ist breit und kräftig, wird in seinen unteren Theilen von der unteren Partie (*a*) gedeckt und geht in transversaler Richtung nach oben an den vordern Theil der Innenfläche des Suprascapulare; das zweite Bündel entspringt oberhalb der unteren Partie der zweiten Rippe und geht transversal an den hintern Theil der Innenfläche des Suprascapulare; die zwei hintern Bündel sind dünn und lang und gehen mit nach vorn gerichteten Fasern von der dritten und vierten Rippe an den Hinterrand des Suprascapulare.

Innervirt durch Nn. thoracici superiores (7, 8).

Der Muskel ist ein Homologon des menschlichen Serratus anticus major [1]), von dem er sich nur durch die geringere Anzahl seiner Zacken, leicht erklärlich durch die geringere Zahl der Rippen, und die Differenzirung in eine obere und untere Partie unterscheidet. Eine Vergleichung mit dem zu demselben System gehörigen Levator scapulae verbietet zwar nicht sein Rippenursprung (denn der Levator kann auch von Halsrippen entspringen und eine Unterscheidung dieser von Brustrippen fehlt bei den Urodelen), wohl aber sein transversaler und descendenter (von dem ascendenten des Levator verschiedener) Faserverlauf.

---

1) Anstatt der Bezeichnung als Serratus anticus major wählen wir die von englischen Autoren eingeführte als Serratus magnus. Durch den Nachweis, dass der sogenannte Pectoralis minor s. Serratus anticus minor gar nichts mit dem Serratus anticus major gemein hat und nur dem Pectoralis zuzurechnen ist, fällt die im Namen liegende Unterscheidung von diesem selbstverständlich weg.

4. Pectori-scapularis internus (*psi*) [1]).

Ein bei Salamandra mit Bestimmtheit nachweisbarer Muskel. Er entspringt, bedeckt vom Coracoid, ziemlich breit von der ventralen Bauchmuskelmasse (Rectus abdominis [*ra*] und hintere Zungenbeinmuskeln) und geht mit convergirenden Fasern an die Innenfläche der Scapula an die Grenze des Knochen- und Knorpeltheils.

Innervirt durch N. thoracicus inferior anterior (5).

Der Pectori-scapularis internus stellt einen den Urodelen eigenthümlichen ziemlich indifferenten Muskel dar, dessen hintere Portion sich bei keinem Wirbelthiere wiederfindet, während das Homologon seines vorderen Theils bei den Anuren durch Eingehen näherer Beziehungen zu dem vergrösserten Zungenbeine zum Omo-hyoideus derselben geworden ist. Ob er zum System des M. transversus abdominis oder des M. rectus abdominis gerechnet werden muss, kann nicht entschieden werden. Für ersteres spricht sein transversaler Faserverlauf, für letzteres der Uebergang einzelner Bündel in die Masse der hintern Zungenbeinmuskeln.

5. Pectoralis (*p*) [2]).

Portio inferior m. pectoralis majoris, quam cum pectorali minori comparare possis: Funk (Fig. 12 i).
Grosser Brustmuskel, Grand pectoral, Pectoralis major: Meckel (8[a]), Cuvier, Stannius, Rüdinger.
Abdomino-coraco-huméral, portion du grand pectoral Dugès (No. 34).
Pectoralis: Owen, Mivart, Humphry.

Breiter Muskel auf der Unterfläche der Brust- und vorderen Bauchgegend. Er entspringt in seinem hinteren Theile von der oberflächlichen Schichte des M. rectus abdominis (*ra*) und der sie bedeckenden Aponeurose des M. obliquus externus abdominis (*oae*), in seinem vorderen von der Aussenfläche des Sternums und von der den M. supracoracoideus (*spc*) und das Coracoid in der Medianlinie deckenden lockeren Fascie, hier mit dem der Gegenseite durch eine Linea alba verbunden [3]).

---

1) Scheinbar von keinem Autor beschrieben.

2) Einen von Meckel beschriebenen Ursprung »von dem kleinen Brustbeinarmmuskel« kann ich nicht bestätigen.

Mivarts Angabe, dass der Pectoralis bei Menobranchus vom hintern Theile des Coracoid selbst komme, constatirt bei diesem einen principiellen Unterschied von den übrigen Urodelen, der wohl noch der weiteren Bestätigung bedarf.

3) Auf dieses Verbundensein mit dem Muskel der Gegenseite ist mehr Gewicht zu legen, als auf die Anheftung an das lockere Bindegewebe der Brust, das nicht fest genug ist, um bei der Wirkung des Pectoralis als fixer Punct zu dienen.

und geht mit stark convergirenden Fasern an die Beugefläche des distalen Theiles des Processus lateralis humeri (*PL*). Bei Proteus und Menobranchus ist wegen Verkümmerung des Sternums der Ursprung von diesem weggefallen; der Muskel entspringt hier in seinem vordern Theile lediglich von dem auf dem Coracoid gelegenen lockern Bindegewebe. Mit dem vorderen Rande deckt er den hintern Theil der von dem Coracoid entspringenden Muskeln. Bei den Sozobranchiern ist er wenig selbständig und lang ausgedehnt, bei den Sozuren bildet er einen etwas kürzeren ziemlich discreten Muskel, der bei Salamandra eine beginnende Trennung in eine Pars sternalis und abdominalis zeigt.

Innervirt durch Nn. pectorales (14).

Der von FUNK betonte Vergleich mit dem M. pectoralis minor braucht keine Widerlegung. Eine Entscheidung bedarf nur die Frage, ob der Muskel lediglich dem M. pectoralis major des Menschen oder ob diesem und dem M. pectoralis minor zugleich entspricht. Die Vergleichung innerhalb des Gebietes der Säugethiere ist bestimmend. Bei diesen existirt in den niederen Formen ein M. pectoralis der in verschiedener Weise zerfallen kann und dessen Differenzirung erst in den höheren Formen sich derart determinirt, dass ein grösserer oberflächlicherer Theil stets nur am Humerus inserirt (M. pectoralis major), ein kleinerer tieferer Theil bald an den Humerus allein, bald an den Humerus und Processus coracoideus, bald an letzteren allein sich anheftet (M. pectoralis minor). Es ist also die Bildung der Mm. pectoralis major und minor als ein auf die Classe der Säugethiere beschränkter Differenzirungsvorgang aufzufassen [1]; bei den andern Wirbelthieren existirt nur ein gemeinsamer oder nach einem andern Typus zerfallener M. pectoralis.

6. Supracoracoideus (*spc*) und Coraco-radialis proprius (*crp*) [2].

a) *Supracoracoideus:*

Portio media m. pectoralis majoris, quam cum pectorali majore comparare possis: FUNK (Fig. 12 i).

Einwärtszieher, Theil des grossen Brustmuskels, wenn auch völlig von ihm getrennt: MECKEL (No. 4).

1) Ueber das Verhältniss dieser Behauptung zu den ihr widersprechenden Annahmen ROLLESTON's und SELENKA's vergleiche Cap. V.

2) Die Beschreibungen der Autoren stimmen sowohl untereinander, als auch mit meinen Untersuchungen ziemlich überein. Nur wird dem Coraco-radialis proprius, dessen Muskeltheil [illegible] ur künstlich vom Supracoracoideus zu trennen ist, zu grosse Selb[illegible] t.

Clavi-huméral, portion du grand pectoral: DUGÈS (No. 35).
Pectoralis secundus: STANNIUS.
Part of Pectoralis: OWEN.
Coraco-brachialis proprius: RÜDINGER.
First part of Coraco-brachialis. MIVART.
Epicoraco-humeral, not improbably the representative of the pectoralis minor of mammals: HUMPHRY (No. 4).

b) *Coraco-radialis proprius:*
Coraco-radialis: STANNIUS.
Biceps brachii: RÜDINGER.
Part of Biceps: MIVART.
Coraco-radialis or biceps: HUMPHRY (No. 7).

Breiter auf der Unterseite der Brust gelagerter, mit seinem hintern Rande vom Pectoralis (*p*) gedeckter, mit seiner übrigen Fläche freiliegender Muskel. Er entspringt von der ganzen Fläche des Coracoids mit Ausnahme des medialen und hintern Randes und geht mit stark convergirenden Fasern an den proximalen Theil der Beugefläche des Processus lateralis humeri (Supracoracoideus [*spc*]). Die tiefere und hintere Partie geht in eine lange Sehne über, die mit einem Nebenzipfel am Processus lateralis, mit ihrem Haupttheile an der Beuge des Radius, gemeinsam mit dem M. brachialis inferior (*hai*) inserirt (Coraco-radialis proprius [*crp*]). Der Muskel ist bei den Sozuren mehr entwickelt als bei den Sozobranchiern. Bei den letzteren ist er von dem vor ihm liegenden Procoraco-humeralis (*ph*) und den hinter ihm gelegenen Coraco-brachiales (*cb*) nur künstlich zu trennen.

Innervirt durch N. supracoracoideus (10).

Die Innervation durch den N. supracoracoideus schliesst jede Vergleichung des M. supracoracoideus mit dem M. pectoralis major, minor und coraco-brachialis, wie des M. coraco-radialis proprius mit dem M. biceps brachii aus. Der Supracoracoideus ist ein den Amphibien (ausserdem den Reptilien, Vögeln und Monotremen) eigenthümlicher Muskel, der allen Säugethieren mit reducirtem Coracoid fehlt, der aber, wie die Untersuchung der Monotremen ergiebt, mit den Mm. supraspinatus und infraspinatus in naher Beziehung steht. STANNIUS hat seine Homologie mit dem Pectoralis secundus der Vögel, RÜDINGER seine Verschiedenheit vom Coraco-brachialis des Menschen richtig erkannt; beide haben jedoch ihre Behauptungen nicht bewiesen. Anstatt der von RÜDINGER gegebenen Bezeichnung Coraco-brachialis proprius möchte ich die Benennung Supracoracoideus einführen, die den Namen Supra- und Infraspinatus gleichgebildeter ist. — Die wahre Natur des Coraco-radialis proprius ist von allen Untersuchern verkannt worden. Dieser Muskel ist unter den

pentadactylen Wirbelthieren lediglich den Amphibien eigenthümlich und mit keiner Bildung bei den drei höheren Wirbelthierklassen zu vergleichen.

7. Coraco-brachialis longus (*cbl*) und brevis (*cbb*) [1].

Hakenarmmuskeln: Meckel (No. 8).
Coraco-huméral: Dugès (No. 39).
Coracobrachialis: Stannius, Rüdinger.
Second part of Coracobrachialis: Mivart.
Coracobrachialis longus und brevis: Humphry (No. 6).

Kräftige Muskelmasse, die vom hinteren Rand und der Aussenfläche des hinteren Theiles des Coracoid zu der medialen Seite des Humerus in seiner ganzen Länge geht. Namentlich bei den Sozuren ist sie deutlich in zwei selbständige Muskeln getrennt, den Coraco-brachialis longus und brevis.

a) Coraco-brachialis longus (*cbl*). Langer und nicht unkräftiger Muskel, der schmal vom hintern Rande des knöchernen Coracoidtheils, medial vom M. anconaeus coracoideus (*ac*), entspringt und an den distalen zwei Fünfteln des Humerus inserirt.

b) Coraco-brachialis brevis (*cbb*). Kurzer und kräftiger Muskel von grösserem Volumen als der Coraco-brachialis longus. Er entspringt breit von dem Hinterrande und der Aussenfläche des hinteren Theiles des Coracoid, medial wie lateral über die Ursprungsstelle des M. coraco-brachialis longus (*cbl*) überragend und theilweise vom M. supracoracoideus (*spc*) gedeckt, und geht an die Medial- und Beugeseite des zweiten und dritten Fünftels des Humerus und des distalen Endes der Beugefläche des Processus medialis (PM).

Innervirt durch Nn. coraco-brachiales (16). Beide Muskeln werden durch die Nn. brachiales longi inferiores (17, 22) von einander getrennt.

Die proximal inserirende Partie dieses Muskels (Coraco-brachialis brevis) entspricht dem M. coraco-brachialis hominis, die distal sich anheftende findet sich bei vielen Säugethieren wieder, fehlt aber dem Menschen. Der Ursprung vom hinteren Ende des Coracoid, das dem

1) Von Meckel wird die Insertionsstelle der Mm. coraco-brachiales auf die distale Hälfte des Humerus, von Stannius auf das Tuberculum minus (Processus medialis humeri) beschränkt. Humphry's Angabe, wonach der Coraco-brachialis brevis »perhaps« von dem durch das Foramen coracoideum gehenden Nerven (N. supracoracoideus) innervirt wird, kann ich für die hier untersuchten Urodelen nicht bestätigen.

Processus coracoideus kaum homolog ist, könnte Zweifel gegen diese Vergleichung erregen, allein die vergleichende Untersuchung dieses Muskels, dessen Ursprung ausserordentlich verschieden sich verhalten kann (bei den Crocodilen z. B. nimmt er fast die ganze Aussenfläche des Coracoids ein), ergiebt, wie geringfügig und haltlos dieses Bedenken ist.

8. Humero-antibrachialis inferior (Brachialis inferior) (*hai*).

Brachialis medius: Funk.
Oberer Beuger des Vorderarms: Meckel (No. 1).
Huméro-radial, biceps: Dugès (No. 4).
Humero-radialis: Stannius (No. 4).
Brachialis internus: Rüdinger.
Biceps and brachialis internus: Owen.
Part of biceps: Mivart.
Brachialis anticus: Humphry.

Mittelstarker Muskel an der Beugeseite des Humerus, lateral neben der Sehne des M. coraco-radialis proprius. Er entspringt von der Beugeseite des Humerus, distal vom Processus lateralis (PL) und inserirt am Anfange des Radius (R) und der Ulna (U), an letzterer meist mit einem sehr schwachen Sehnenzipfel. Bei allen Urodelen ziemlich constant, bei den Sozuren etwas ansehnlicher als bei den Sozobranchiern.

Innervirt durch einen oder zwei Muskelästchen des R. superficialis N. brachialis longi inferioris (18).

Ein Vergleich mit dem Biceps kann nur in soweit gestattet sein, als der Humero-antibrachialis inferior als theilweises Homologon des als Varietät auftretenden sogenannten Caput III. m. bicipitis hominis aufgefasst wird. Der Hauptsache nach ist er mit dem M. brachialis internus zu vergleichen.

9. Procoraco-humeralis (*ph*) [1].

Portio superior m. pectoralis majoris, quam cum deltoideo comparare possis: Funk (Fig. 12 i).
Vorwärtszieher oder Heber des Oberarms, dreieckiger Muskel: Meckel (No. 1).

1) Die theilweise Innervation des Procoraco-humeralis durch Zweige des N. supracoracoideus ist wahrscheinlich von Humphry übersehen worden.

Acromio-huméral, déltoide: DUGÈS (No. 36).
Deltoideus: STANNIUS, RÜDINGER.
Subclavius: MIVART.
Precoraco-brachial: HUMPHRY (No. 2).

Schmaler und langer Muskel, der oben an den M. dorsalis scapulae (*ds*), hinten ohne deutliche Grenze an den M. supracoracoideus (*spc*) stösst. Seine Länge hängt ab von den Dimensionen des Procoracoid: er ist bei Proteus länger als bei den übrigen Sozobranchiern und den Sozuren. Der Muskel entspringt von der Aussenfläche des Procoracoid, mit Ausnahme von dessen vorderem und medialem Ende und geht an den proximalen Theil der Kante des Processus lateralis (PL), wo er zwischen M. supracoracoideus (*spc*) und dorsalis scapulae (*ds*) inserirt.

Innervirt zum grösseren vorderen Theile durch einen Endast des N. dorsalis scapulae (27), zum kleineren hinteren an den M. supracoracoideus grenzenden Theile durch einen Zweig des N. supracoracoideus (11).

FUNK's Bezeichnung bedarf keiner Widerlegung. MIVART's Deutung als M. subclavius beruht auf einem doppelten Irrthum, indem einerseits der Muskel der Urodelen dem »Epicoraco-humeral« der Saurier, Crocodile und Monotremen, anderseits dieser dem M. subclavius der monodelphen und didelphen Säugethiere verglichen wird. Der eine Fehler lässt sich leicht nachweisen durch eine genaue Berücksichtigung der Lage und Innervation beider Muskeln, wonach der »Epicoraco-humeral« der Saurier etc. mit Bestimmtheit als ein Homologon des Supracoracoideus der Urodelen, aber nicht des Procoraco-humeralis (der in seiner vom N. dorsalis scapulae innervirten Hauptmasse einem ganz andern Muskelsysteme zugehört) erkannt wird. Der, von ROLLESTON zuerst gegebene, Vergleich des »Epicoraco-humeral« mit dem Subclavius ferner, der auch von HUMPHRY mit Recht angezweifelt worden ist, wird bei Besprechung der Verhältnisse der Saurier, Vögel und Reptilien seine Widerlegung finden. — In Wirklichkeit ist der Muskel direct keiner Bildung des Menschen zu vergleichen. Seiner durch Aeste des N. supracoracoideus und N. dorsalis scapulae stattfindenden Innervation nach ist er als eine den Urodelen (allgemeiner den Amphibien) eigenthümliche Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter Muskeln aufzufassen. Die beiden ihn zusammensetzenden Elemente lassen eine weitere (indirecte) Homologie, einmal mit den Mm. supraspinatus und infraspinatus (der vom N. supracoracoideus versorgte kleinere Theil), dann mit dem M. deltoideus (der vom N. dorsalis scapulae innervirte grössere Theil) erkennen.

Kleiner Muskel an der Innenfläche des Brustgürtels. Er entspringt entweder von dem unteren Theile der Scapula (Menobranchus, Menopoma, Triton) oder von dem lateralen hinteren Theile des Coracoid resp. Procoracoid (Siredon, Salamandra) oder von Scapula und Coracoid zugleich (Cryptobranchus). Im ersten Falle ist er ein Subscapularis, im zweiten ein Subcoracoideus (*sbc*), im dritten ein Subcoracoscapularis. Er geht mit convergirenden Fasern lateral vom M. Coracobrachialis longus (*cbe*) und M. anconaeus coracoideus (*ac*), von letzterem bei Menobranchus schwer trennbar, über die Innenseite des Schultergelenkes nach dem Processus medialis humeri (PM), wo er inserirt.

Innervirt durch N. subscapularis (23).

Der Muskel ist dem M. subscapularis des Menschen zu vergleichen. Die von der Innenfläche der Scapula entspringenden Theile sind directe Homologe desselben, während die von dem Coracoid kommenden Partien dem Menschen fehlen und nur eine mittelbare Vergleichung gestatten. Die wenig definitive und sehr variable Bildung dieses Muskels lässt auf einen noch niederen Entwickelungszustand schliessen.

13. Anconaeus (*a*) [1].

Anconaeus internus und externus: Funk.
Strecker des Vorderarms: Meckel.
Scapulo-huméro-olécranien, triceps: Dugès (No. 40).
Streckmuskelmasse, die aus einem Anconaeus longus und einem unter dem Tuberculum minus beginnenden Muskel zusammengesetzt ist: Stannius.
Triceps brachii s. Anconaeus: Rüdinger, Mivart.
Triceps und Coraco-olecranalis: Humphry.

Sehr kräftige Muskelmasse an der Streckseite des Oberarms, die sich aus vier Köpfen zusammensetzt, welche von dem Brustgürtel und Humerus entspringen und theilweise mit dem M. latissimus dorsi in Verbindung stehen.

---

1) Funk macht keine näheren Angaben über die Betheiligung des Brustgürtels oder des Humerus am Ursprunge der Anconaei.

Die Angaben der übrigen Autoren sind z. Th. sehr widersprechend; Meckel z. B. lässt den Anconaeus von Proteus mit zwei Köpfen vom Humerus, den von Salamandra und Triton ausserdem mit einem oder zwei Köpfen von der Scapula entspringen, Rüdinger hingegen giebt für Salamandra und Triton nur zwei vom Humerus kommende, bei Proteus ausser diesen einen dritten vom Coracoid, bei Siredon noch einen vierten von der Scapula entspringenden Kopf an.

a) Anconaeus coracoideus (*ac*). Kleiner, ziemlich selbständiger Kopf [1], der vom Gelenktheil des Coracoid, in der Regel von dessen hinterem Rande, seltener (Menopoma) von seiner Innenfläche, entspringt, von dem Anconaeus humeralis medialis (*ahm*) durch die Nn. brachiales longi inferiores (17, 22) getrennt ist und ungefähr in der Mitte des Oberarms mit der übrigen Streckmuskelmasse sich verbindet.

b) Anconaeus scapularis medialis (*asm*). Kräftiger in der Regel vom Anconaeus humeralis lateralis (*ahl*) wenig selbständiger Kopf. Er entspringt vom Hinterrande des Gelenktheils der Scapula und von der Gelenkkapsel des Schultergelenks und geht stets Beziehungen zu dem M. latissimus dorsi (*dh*) ein. Entweder (Cryptobranchus und Menobranchus) vereinigt er sich mit dessen ganzer Endsehne [2]) oder (bei den übrigen Urodelen) mit einem Theile derselben, während der andere Theil lateral von ihm an den Humerus geht. Nie liegen Theile des Anconaeus scapularis medialis lateral vom M. latissimus dorsi.

c) Anconaeus humeralis lateralis (*ahl*). Ansehnlicher von den distalen drei Vierteln des Humerus entspringender Kopf, der an der lateralen Streckseite desselben liegt und von dem Anconaeus humeralis medialis (*ahm*) durch die Nn. brachiales longi superiores (29, 32) getrennt ist.

d) Anconaeus humeralis medialis (*ahm*). Er liegt neben dem Anconaeus humeralis lateralis (*ahl*) an der medialen Hälfte der Streckseite des Oberarms und entspringt von dessen ganzer Länge hinter dem Processus medialis.

Alle vier Köpfe vereinigen sich spätestens in der Mitte des Oberarms zu einem ansehnlichen Muskel, der am proximalen Ende der Ulna (Olecranon) inserirt.

Innervirt durch Aeste der Nn. brachiales longi superiores (radiales) (30, 34).

Der Muskel entspricht dem menschlichen Anconaeus, aber nicht vollkommen. Ein Homologon des A. coracoideus fehlt beim Menschen,

---

1) Diese, namentlich durch den Verlauf der Nn. brachiales longi inferiores bedingte Selbständigkeit, hat HUMPHRY veranlasst, in dem Anconaeus coracoideus, von ihm Coraco-olecranalis benannt, einen ursprünglichen Beugemuskel zu erkennen, der Streckmuskelfunctionen angenommen hat. So bestechend auch diese Ansicht ist, wird sie doch nicht durch die Verhältnisse der Innervirung, die (wenigstens bei den hier untersuchten Thieren) bestimmt vom N. brachialis longus superior besorgt wird, unterstützt.

2) Bei Menobranchus fehlt sogar (nach MIVART's Beschreibung und Abbildung) jeder Ursprung des A. scapularis medialis von der Scapula, der Muskel geht direct aus dem Latissimus dorsi hervor.

ebenso wie ein dem A. scapularis medialis direct vergleichbarer Theil: das Caput longum m. anconaei hominis unterscheidet sich von letzterem durch seine Lage zum Latissimus dorsi, der sich medial an ihm vorbeizieht. Doch stehen wir nicht an, im A. scapularis medialis ein weiteres (indirectes) Homologon des Caput longum anzuerkennen; die niederen Formen der Urodelen (Menobranchus etc.) bieten in ihrer Beziehung zum Latissimus dorsi, der ganz im A. scapularis aufgeht noch ein wenig differenzirtes Stadium dar, von dem zwei verschieden entwickelte Bildungsformen ausgegangen sind, deren eine (mediale Lage von der Sehne des Latissimus dorsi) den Amphibien, deren andere (laterale Lage von der Sehne des Latissimus dorsi) den höheren Wirbelthieren zukommt.

Cap. II.

Ungeschwänzte Amphibien.
(Batrachia; — Anura.)

§. 4.

Brustgürtel, Brustbein und Humerus[1]).

(Vergleiche Taf. XVII u. XVIII.)

Der Brustgürtel und das Brustbein zeigt bei den Anuren eine ausserordentliche Mannichfaltigkeit der Differenzirung. Während die niederen

1) Literatur:

CUVIER, Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übersetzt von FRORIEP u. MECKEL. 1809. I. S. 226.

BREYER, Observationes anatomiae circa fabricam Ranae pipae. Diss. inaug. Berol. 1811.

GEOFFROY-ST. HILAIRE, Philosophie anatomique. 1818.

MERTENS, Anatomiae batrachiorum prodromus sistens observationes nonnullas in osteologiam batrachiorum nostratium. Halae 1820.

ZENKER, Batrachomyologia. Diss. inaug. Jenae 1825. S. 20 f.

MECKEL, System d. vergl. Anatomie. II. 1. a. a. O.

DUGÈS, Récherches etc. S. 60 f.

CUVIER, Léçons etc. II. éd. Tome I. S. 251 f. S. 360 f. S. 389 f.

COLLAN, Jemförande Anatomisk Beskrifning öfver Muskelsystemet hos Paddan (Bufo cinereus Schneid.) Diss. inaug. Helsingfors 1847.

POUCHET, cf. Comptes rendues. Tome XXV, 1847. p. 761.

PFEIFFER, Zur vergleichenden Anatomie des Schultergerüstes und der Schultermuskeln bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien. Giessen 1854. S. 46 f.

STANNIUS, a. a. O. S. 17. S. 73 f. u. S. 81.

ECKER, Die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864. I. S. 41 f.

GEGENBAUR, Schultergürtel etc. S. 52 f.

OWEN, a. a. O. S. 171.

Formen den Bildungen bei den Urodelen nahe stehen, erlangen die höher stehenden einen bedeutenden Grad der Entwickelung. Diese spricht sich nicht sowohl aus in einer ausserordentlichen relativen Grösse, als namentlich in dem Auftreten sogenannter secundärer Knochentheile und in einer sehr ungleichen Ausbildung und gegenseitigen Beziehung der einzelnen Abschnitte.

Der Brustgürtel besteht aus zwei paarigen Stücken, die sich in der Mittellinie der Brust entweder wie bei den meisten Urodelen übereinander legen und nur locker durch Bandmasse verbunden sind (Bufones, Hylae, Calamitae, Pelobatus etc.) [1]) oder mit ihren medialen Rändern an einander stossen und mit einander ohne Grenze verschmelzen (Pipa, Rana, Cystignathus, Phryniscus etc.) [2]). Eine blosse Berührung ohne gegenseitige Verschmelzung findet sich nur bei Microps, der in dieser Beziehung an die niedersten Formen der Urodelen erinnert. Wie bei den Urodelen unterscheiden wir einen dorsalen und horizontalen Abschnitt, die an der Seite der Brustfläche mit einander einen rechten Winkel bilden. Am hinteren Rande dieser Stelle liegt die Gelenkhöhle für den Humerus. Während diese Stelle bei den Urodelen den Ausgangspunct der Verknöcherung repräsentirte, hat sie bei den Batrachiern ihren ursprünglichen knorpeligen Zustand bewahrt, ein Verhalten, das eine besondere Selbständigkeit des dorsalen und ventralen Abschnittes bedingt [3]). Der dorsale Abschnitt ist meist in seinem

---

Parker, a. a. O. S. 68 f.

Cuvier, Vorlesungen, Geoffroy St. Hilaire, Mertens, Pouchet kenne ich nur aus den Angaben Gegenbaur's und Ecker's.

Van Altena, Commentatio ad quaestionem Zoologicam in academia Lugduno-Batava a. 1829 propositam, qua desideratur, ut systematice enumerentur species indigenae reptilium ex ordine batrachiorum addita unius saltem speciei anatomia et praesertim osteographia accurata. Lugd. Bat. 1829. 40. und

Klein, Beiträge zur Anatomie der ungeschwänzten Batrachier. Stuttgart 1850. konnte ich, wenigstens für die Knochen, nicht vergleichen.

1) Die genaueren Details und eine vollständigere Aufzählung der Gattungen für diesen und alle folgenden Fälle siehe bei Stannius, Gegenbaur und Parker.

2) Dieses Verhältniss hat die meisten Autoren zu dem Irrthum verleitet in den medialen verschmolzenen Theilen des ventralen Abschnittes Theile des Brustbeins zu sehen, ein Irrthum, der namentlich durch die knorpelige Bildung dieser Theile im Gegensatz zu der Verknöcherung der lateral daran stossenden Abschnitte erleichtert wurde. Erst Gegenbaur hat diese Verhältnisse aufgeklärt.

3) Dieser den ventralen und dorsalen Abschnitt des Brustgürtels trennende Knorpelstreif, von Dugès als Paraglénale bezeichnet, findet sich bei allen Anuren (mit Ausnahme von Systoma cf. Parker Tab. VII. Fig. 9. 10). Erst im späteren Alter verkalkt der vordere, an Procoracoid und Clavicula anstossende Theil, während der hintere in der Gelenkhöhle endende und an das Coracoid grenzende eine deutliche Trennungslinie zwischen Scapula und Coracoid herstellt.

unteren Theile ziemlich schmal und nimmt nach oben ansehnlich an Breite zu. Nur in den niedersten Formen zeigt er eine allenthalben gleiche Breite, die zugleich mit einer gewissen Dicke verbunden ist und an die primitiven Bildungen der Selachier erinnert. Dieses Verhalten zeigt Microps; den Uebergang zu den höher entwickelten und differenzirteren Formen bildet Systoma[1]). Stets ist er durch eine horizontale Grenze in zwei Theile getrennt, in ein oberes Suprascapulare und eine untere Scapula. Beide, obschon aus einer homogenen Knorpelgrundlage hervorgegangen, haben eine grosse Selbständigkeit erlangt, die sich bei ausgebildeter Knochenstructur beider in der scharfen aus hyalinen Knorpel gebildeten Grenzlinie und der dadurch bedingten grossen Beweglichkeit gegen einander äussert[2]). Das Suprascapulare (SS)[3]) zeigt sich in zwei verschiedenen Formen. Die eine bietet Microps dar. Hier ist das Suprascapulare ein nur am äussern Rande knorpeliges, sonst verknöchertes Stück von einer gewissen Dicke, das an Länge die Scapula nicht erreicht, an Breite höchstens ihr gleichkommt. Die andere Form repräsentiren alle übrigen Anuren. Hier ist das Suprascapulare eine in verschiedenem Masse verknöcherte, meist am ganzen obern und hintern Rande knorpelig bleibende Platte, welche die Scapula in der Breitendimension stets übertrifft. Das gegenseitige Verhältniss der Längen beider ist schwankend: das Suprascapulare ist kürzer als die Scapula (Systoma, Ceratophrys), es ist ebenso lang oder wenig länger (Rana, Bufo, Pipa, Cystignathus etc.) es ist bedeutend länger (Dactylethra). Bei letzterem hat das Suprascapulare eine mindestens 15—20 mal grössere Fläche als die Scapula. Die Scapula (S)[4]) besteht bei den ausgewachsenen Batrachiern stets aus Knochen. Sie ist durch einen feinen Knorpelstreif oberhalb von dem Suprascapulare, unterhalb von dem ventralen Theile des Brustgürtels getrennt. Bei den niedersten Formen (Microps) überwiegt sie das Suprascapulare an Grösse, bei den entwickelteren tritt sie gegen dieses zurück, namentlich bei Dactylethra,

1) Vergleiche PARKER, Taf. VII. Fig. 9. 10. u. 11.

2) Die Trennung in Suprascapulare und Scapula (Infrascapulare) zeigt sich ausserordentlich früh, zugleich mit dem ersten Auftreten von Ossificationen am Brustgürtel. Ueber die näheren Verhältnisse vergleiche GEGENBAUR.

3) Omolita: GEOFFROY. — Scapula primaria s. major: BREYER. — Scapula: MERTENS, ZENKER. — Adscapulum: DUGÈS. — Öfra Skulderbladet: COLLAN. — Pars suprascapularis s. Omolita: STANNIUS. — Oberes Schulterblatt, P. suprascapularis scapulae, Scapula superior s. Omolita: ECKER. — Suprascapulare, Suprascapula: GEGENBAUR, PARKER.

4) Scapula secundaria s. minor: BREYER. — Scapula: GEOFFROY, DUGÈS, STANNIUS, ECKER, GEGENBAUR, OWEN, PARKER. — Acromium: ZENKER. — Nedra Skulderbladet: COLLAN.

wo sie eine sehr geringe relative Ausdehnung besitzt. Bei einzelnen Batrachiern (Microps, Dactylethra) bietet ihre untere Grenze gegen den ventralen Abschnitt des Brustgürtels ganz einfache Beziehungen dar, während bei der Mehrzahl sich ursprünglich ein Spalt (Scapular-foramen PARKER) findet, der sich zwar später mit verkalktem Knorpel ausfüllt, der aber die ersten Anlagen einer bei höheren Wirbelthieren sich entwickelter findenden Pars glenoidalis (Collum scapulae) und Pars acromialis scapulae (Acromion [A]) trennt[1]). Der ventrale Abschnitt zeigt eine grosse Mannichfaltigkeit der Entwicklung. Vorzüglich zwei Hauptformen sind zu unterscheiden, von denen die eine auf wenig niedrig stehende Batrachier beschränkt, die andere auf die Mehrzahl derselben ausgedehnt ist. Die eine Form findet sich bei Microps und Hylaedactylus[2]). Hier stellt der ventrale Abschnitt eine einfache Knochenplatte dar, die lateral an die Scapula stösst, median bei Microps die der Gegenseite berührt, bei Hylaedactylus mit ihr verwachsen ist. Diese Knochenplatte ist das Coracoid (C). Die andere viel complicirtere Bildungsform findet sich bei allen übrigen Batrachiern. Hier bildet der ventrale Abschnitt eine sehr breite Platte, die in der Mitte durch eine grosse Oeffnung in einen vorderen, einen hinteren und einen medialen Theil getrennt wird. Ersterer, das Procoracoid (Pr)[3]) bleibt zumeist knorpelig und ist in der Regel schmäler als der hintere Theil (mit Ausnahme von Dactylethra, wo er eben so gross und von Systoma, wo er weit breiter als dieser ist). Das Coracoid (C)[4]), der hintere Theil, verknöchert in der Regel bis auf geringe mediale Reste. Es überwiegt in seiner Breite das Procoracoid bedeutend, mit Ausnahme der oben angeführten Bildungen von Dactylethra und Systoma. Das Epicoracoid (Ec)[5]),

---

1) Von DUGÈS wird die Pars glenoidalis als Processus coracoideus, die P. acromialis als Acromion oder Spina scapulae unterschieden.

2) Siehe PARKER, Taf. VII, Fig. 11. u. Taf. VI, Fig. 9.

3) Clavicula: CUVIER (Leçons 1. éd.), ZENKER, PFEIFFER, STANNIUS, ECKER, OWEN. — Furcula s. clavicula anterior: BREYER, DUGÈS. — Främre nyckelbenet: COLLAN. — Procoracoid: GEGENBAUR. — Praecoracoid: PARKER.

CUVIER, GEOFFROY, MERTENS, PFEIFFER, STANNIUS etc. verstehen unter der Bezeichnung Clavicula (Furcula) die vereinigten Procoracoid und Clavicula, PARKER thut dasselbe unter der Bezeichnung Procoracoid. DUGÈS und GEGENBAUR allein trennen Clavicula und Procoracoid.

4) Clavicula vera s. posterior: BREYER. — Clavicula: CUVIER (Leçons 1. éd.), MERTENS. — Pars sternalis scapulae (processus coracoideus): ZENKER. — Coracoid: GEOFFROY, DUGÈS, CUVIER (Leçons 2. éd.), PFEIFFER, STANNIUS, ECKER, GEGENBAUR, OWEN, PARKER. — Bakre nyckelbenet: COLLAN.

5) Das Epicoracoid wird von allen früheren Autoren ausser ZENKER als Theil des Sternums aufgefasst (Sterni ossa media: BREYER. — Entost

der mediale Theil, bleibt stets knorpelig. Es ist breit bei Pipa, Bombinator, schmal bei Phyllomedusa, Bufo etc. und kann vollkommen als Knorpeltheil fehlen bei Dactylethra, wo es dann durch Band ersetzt wird. Seine Beziehungen zu dem der Gegenseite sind bereits oben erwähnt worden.

Bei der Mehrzahl der Batrachier (mit Ausnahme von Microps und Hylaedactylus) findet sich eine die Unterfläche und den Vorderrand des Procoracoid umschliessende Platte von sogenannten secundären (in der Regel aus dem perichondralen Bindegewebe des Procoracoid hervorgehenden) Knochengewebe. Dieselbe repräsentirt die Clavicula (Cl)[1], welche innig mit dem Procoracoid verwachsen ist und wenig Selbständigkeit zeigt. Lateral ist sie mit dem Processus acromialis scapulae durch verkalkten Knorpel verbunden, medial läuft sie am medialen Rande des Procoracoid's spitz aus, ohne mit dem Episternum verbunden zu sein.

Brustbeingebilde kommen allen Anuren, aber in sehr verschiedener Entwicklung zu. Die Einen haben nur ein hinteres Brustbein (Sternum), die Anderen haben ausser diesem auch ein vorderes (Episternum). Das Sternum (St)[2] ist ein ausserordentlich verschieden differenzirtes Gebilde, das bei einigen (Microps, Systoma) nur rudimentär als winzig kleine Knorpelplatte vorhanden ist, bei andern (Pipa, Acrodytes, Rana) eine bedeutende relative Grösse erreicht. Zwischen diesen beiden Extremen finden sich alle Abstufungen. Auch die Art und Weise der Verknöcherung ist verschiedenartig[3]). Bei den Gattungen mit übergreifenden, nicht verschmolzenen Coracoiden hat es an seinem Vorderrande ähnlich wie bei den Urodelen zwei unsymmetrische Falze, welche die hintern Ränder der Coracoide aufnehmen. Bei knorpeliger Vereinigung der beiderseitigen Brustgürtel sind diese Beziehungen ver-

---

Geoffroy. — Sternum: Cuvier und Mertens. — Corpus sterni: Ecker). Erst durch Gegenbaur und Parker sind die wahren Beziehungen dieses Theiles aufgeklärt worden.

1) Von den Autoren gemeinsam mit dem Procoracoid als Clavicula beschrieben. Nur Dugès und Gegenbaur unterschieden ihn als besonderen Knochen von diesem, Dugès als Acromiale, Gegenbaur als Clavicula.

2) Appendix sterni: Breyer. — Xiphosternal: Geoffroy. — Processus xiphoideus, Pars xiphoidea: Mertens, Stannius. — Sternum inferius, Bakre bröstbenet: Zenker, Collan. — Sternum: Dugès, Gegenbaur. — Pièce osseuse postérieure du sternum avec son disque xiphoïde: Cuvier. — Hyposternum: Ecker. — Parker bezeichnet bei knorpeliger Persistenz das ganze Sternum als Sternum, bei theilweiser Verknöcherung den knöchernen Theil als Sternum, den knorpeligen als Xiphisternum.

3) Nähere Details siehe bei Stannius, Gegenbaur und Parker.

wischt: das Sternum ist hier dem mittleren Theile desselben angeheftet. Das Episternum (Est)[1]) mangelt der Mehrzahl der Anuren[2]). Spurweise auftretend findet es sich bei Pipa und Pseudes an der Spitze der median sehr ansehnlich nach vorn entwickelten und vereinigten Procoracoide. Selbständigkeit erlangt es erst bei Acrodytes, Calamites, Cystignathus, Pleuroderma, Plectropus, Megalophrys, Rana, Bufo Lechenaultii. Bei den ersten beiden und dem letzten bleibt es knorpelig, bei den übrigen verknöchert es an seinem hinteren mit dem Procoracoid zusammenhängenden Theile[3]). Besondere Beziehungen zur Clavicula bietet es nicht dar.

Der Oberarm (H) der Anuren ist Differenzirungen eingegangen, die ihn ebensowohl von dem der Urodelen als der höhern Wirbelthiere unterscheiden. Das in die Gelenkhöhle des Brustgürtels einmündende Gelenkende bildet eine überknorpelte Halbkugelfläche, von der lateral und oben ein Segment abgeschnitten ist. Der Processus lateralis (PL)[4]) beginnt gleich hinter dem Gelenkende und stellt eine scharfe nach unten und aussen gerichtete Leiste dar, welche bis über die Mitte des Oberarms ausgedehnt ist. Der distale Theil desselben kann als Crista lateralis (CrL) unterschieden werden. Dem Anfange des Processus lateralis gegenüber, gleich hinter dem Gelenkende, liegt an der Medialseite des Humerus ein kleiner Höcker, der ein Rudiment des Processus medialis (PM) darstellt[5]). Das distale Ende bildet die Gelenkfläche, die mit den zum Os antibrachii verbundenen Ulna und Radius articulirt. Diese Gelenkfläche ist eine Trochlea, welche aus einem grössern in der Mitte des Oberarmendes liegenden und einem kleinern medialen (oberen) Theile zusammengesetzt ist. Ersterer ist Theil eines Rotationssphäroid's, das ausser auf das hinterste Ende auch auf die laterale und mediale Seite des anstossenden hintern Sechstels

---

1) Episternal, Episternum: GEOFFROY, MERTENS, DUGÈS, ECKER, GEGENBAUR, OWEN. — Sternum superius, Främre bröstbenet: ZENKER, COLLAN. — Pièce antérieure du sternum: CUVIER. — Manubrium sterni: STANNIUS. — Omosternum: PARKER.

2) Vergleiche die genaueren Angaben von STANNIUS, GEGENBAUR und PARKER.

3) Knorpel- und Knochentheil des Episternums werden von DUGÈS und ECKER als separate Theile unterschieden.

4) Vordere Leiste: MECKEL. — Crête bicipitale: DUGÈS. — Spina tuberculi majoris: COLLAN. — Tuberculum majus, das abwärts in eine starke Spina ausgezogen zu sein pflegt: STANNIUS. — Crista deltoidea: ECKER.

5) Von den Autoren zumeist nicht beschrieben. Nur STANNIUS giebt an, dass bei Pipa an der Innenseite des Tuberculum majus ein Höckerchen liege, das zur Fixirung des Ligamentes bestimmt ist, unter welchem die Sehne der M. coracoradialis hindurchtritt, dass aber dieses Höckerchen den übrigen Anuren fehle.

des Oberarms ausgedehnt ist und mindestens einen Bogen von drei Quadranten umfasst[1]), letzterer ist nur klein und umfasst höchstens einen Bogen von zwei Quadranten. Während der erstere mit der Hauptfläche des proximalen Antibrachialendes articulirt, lenkt der letztere nur in das Olecranon ein. Zu beiden Seiten der Gelenkbegrenzungen (Condylus radialis s. lateralis s. inferior und Condylus ulnaris s. medialis s. superior[2])) finden sich zwei Höcker für den Ursprung der Strecker und Beuger der Hand und der Finger, der Epicondylus radialis (lateralis) (EL)[3]) und der Epicondylus ulnaris (medialis) (EM)[4]). Beim männlichen Geschlechte, namentlich zur Brunstzeit, findet sich vor dem Epicondylus medialis eine auf die ganze distale Hälfte des Humerus ausgedehnte und sehr kräftig entwickelte Knochenleiste, die Crista supracondyloidea medialis[5]), die den voluminösen Beugemuskeln zum Ursprunge dient.

§. 5.

Nerven für die Schultermuskeln[6]).

(Vergleiche Taf. XIV.)

Die Nerven für die Schultermuskeln der Anuren bieten mehrfache Abweichungen von den Verhältnissen bei den Anuren dar. Diese be–

1) Ecker, der allein hiervon eine genauere Beschreibung giebt, scheint den auf die Streckseite des Humerus ausgedehnten Theil der Gelenkfläche übersehen zu haben. Er erwähnt nur eine fast vollkommene Kugelfläche, die auf dem hintern Ende des Mittelstückes gleichsam aufgesetzt ist.

2) Die räumlichen Beziehungen der Condylen wechseln je nach dem Drehungswinkel des Humerus ausserordentlich. Daher sind die Bezeichnungen Condylus lateralis s. inferior und medialis s. superior nicht geeignet für die Vergleichung durch alle Wirbelthiere. Da der Drehungswinkel des Humerus von einem halben Quadranten an (niederste Urodelen) bis zu zwei Quadranten (Mensch) alle Stufen durchläuft, so wird der Condylus lateralis des einen Thieres C. laterali-inferior des andern, C. inferior des dritten sein. Constant sind nur die Beziehungen zu dem Vorderarm, wesshalb die von Owen zuerst gebrauchten Bezeichnungen Condylus radialis und ulnaris vor allen andern den Vorzug verdienen.

3) Epicondylus lateralis: Ecker.

4) Epicondylus medialis: Ecker.

5) Crista medialis: Ecker. Dugès fasste die Verschiedenheit ihrer Entwickelung als Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Species auf. Pouchet (Compt. rend. Tome XXV. 1847. p. 761) betonte zuerst ihre Beziehungen zur Brunstzeit.

6) Literatur:

Cuvier a. a. O. S. 226. S. 240. S. 264.

Volkmann, Von dem Bau und den Verrichtungen der Kopfnerven des Frosches. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. Band V. 1838. S. 70 f. (Vagus von Rana esculenta).

stehen einerseits in dem Vorkommen eines den Batrachiern eigenthümlichen R. scapularis n. vagi, der zum R. accessorius desselben Nerven hinzukommt, andererseits in einer Verminderung der Anzahl der die Schultermuskulatur versorgenden Nn. spinales. Die in grösserer Ausdehnung bestehende feste Verkittung der Elemente der Nn. brachiales superiores und inferiores muss als unwesentlicher Unterschied bezeichnet werden.

I. R. accessorius (α) und scapularis (σ) n. vagi.

Die wie bei den Urodelen zu einem gemeinsamen Complexe, der Vagus-Gruppe (V), vereinigten Homologe der Nn. glossopharyngeus, vagus und accessorius Willisii des Menschen entspringen entweder mit drei (Pipa, Bufo, Pelobates) oder mit zwei (Hyla, Pelobates) oder mit einer Wurzel (Rana, Bombinator) [1]) aus der Medulla oblongata, treten durch das sogenannte Foramen jugulare aus dem Schädel heraus und schwellen gleich darauf zu einem ansehnlichen Ganglion an, von dem eine grosse Anzahl Aeste abgehen, die sich im Pharynx (R. pharyngeus [φ]), im Zungengrund (R. lingualis [$\gamma\lambda$]), in den Muskeln der Zungenbeinhörner (Homologe der Zungen- und Kiemenbogen), in der sogenannten Parotis und der Haut des Nackens und Rückens [2]) (R. cutaneus Fischer's, wahrscheinlich, wie auch Stannius angiebt, Homologon des R. auricularis [ω]), in Kehlkopf, Lunge, Pericard, Oesophagus und

Vogt, a. a. O. S. 52 f. (Vagus von Bufo pantherinus und cinereus).
Fischer, Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum a. a. O. S. 9 f. Taf. I. II. (Genaue Beschreibung der Kopfnerven von Bufo palmarum, Rana esculenta, Hyla arborea, Pipa dorsigera, Bombinator igneus, Pelobates fuscus).
Bendz, a. a. O. S. 182 f. Taf. VIII. (Kopfnerven von Bufo cinereus).
Wyman, Anatomy of the Nervous system of Rana pipiens. Washington 1853. S. 33 f. 44 f. Taf. I. II. (Wenig eingehende Beschreibung der Nerven von Rana pipiens).
Stannius, a. a. O. S. 149 f.
Schiess, a. a. O. S. 812 f.
Zu eigenen Untersuchungen dienten Rana esculenta und Bufo cinereus.

1) Die Zahlenverhältnisse der Wurzeln der Vagusgruppe sind keine constanten, sie können sogar bei demselben Individuum an der rechten und linken Seite wechseln (Pelobates). Von den drei Wurzeln bei Pipa zeigen die zwei letzten Andeutungen einer Trennung, die wohl als eine neue Differenzirungserscheinung aufzufassen sind. Dem ursprünglichen Zustande entspricht auch bei den Anuren (wie bei den Urodelen) die Dreizahl. Untersuchungen von Larven, z. B. von Rana, zeigen dies deutlich, wie die übereinstimmenden Beobachtungen von Fischer und mir ergeben. In einem gewissen Stadium hat die Vagusgruppe der Larve von Rana esculenta drei Wurzeln, von denen später die beiden hintern und endlich beim ausgewachsenen alten Thiere alle drei verschmelzen können.

2) Bei Rana esculenta gehen die Zweige bis zur Haut der Brust.

Magen (R. intestinalis mit R. recurrens [ε]), in der Seitenlinie (Rr. laterales)[1], in dem M. capiti-scapularis (R. accessorius [α]) und im M. interscapularis (R. scapularis [σ]) verzweigen und ausserdem mit dem N. facialis und hypoglossus Anastomosen (Rr. communicantes [x]) eingehen.

Der R. accessorius (α)[2], in der Regel einfach, seltener in der Mehrzahl auftretend, ist meist ein sich sehr früh abzweigender Ast des R. intestinalis n. vagi (ε), seltener ein selbständig aus dem Ganglion n. vagi hervorgehender Nerv. Er verläuft zwischen den kurzen Kopfmuskeln und dem M. capiti-scapularis (Cucullaris) (cs) nach unten und hinten und endet in der Innenfläche des letzteren Muskels.

Der R. scapularis (σ)[3] wird repräsentirt durch ein sehr feines gleich neben dem R. accessorius vom R. intestinalis n. vagi (ε) abgehendes Aestchen, das an der Innenfläche des M. cucullaris (cs) vorbei zur Innenfläche des M. interscapularis (is) geht und sich in diesem verzweigt.

II. Nn. spinales.

Abweichend von den Urodelen betheiligen sich blos drei Spinalnerven, der zweite, dritte und vierte[4], an der Innervirung der Muskeln der Schulter und der vorderen Extremität. Von diesen vereinigen sich

---

1) Diese Rr. laterales lassen sich in doppelter Zahl nur bei Larven nachweisen. Von erwachsenen Formen bietet nach Fischer's Untersuchungen nur Pipa dorsigera einen R. lateralis dar, während bei den andern Gattungen der Endast des R. cutaneus (auricularis) functionell dafür eintritt. Die näheren Verhältnisse vergleiche bei Fischer, Stannius, Wyman und Krohn (Froriep's Notizen 1838. No. 137).

2) Von Cuvier im Allgemeinen angegeben, dagegen von Wyman geleugnet. Ebenso scheint der Nerv Bendz entgangen zu sein. Schiess und Fischer beschreiben ihn, ohne ihn zu benennen; ersterer giebt ihm einen zu grossen Verbreitungsbezirk (er soll auch einen Theil des Serratus, den Transverso-adscapulaire Dugès' innerviren), letzterer bezeichnet hingegen bei Pipa einen höchst wahrscheinlich dem N. spinalis II entsprechenden Nerv, der weder in den Zungenbeinmuskeln noch in dem M. capiti-scapularis endet, sondern lediglich die an den Kopf gehenden tiefen Längsmuskeln des Halses versorgt, fälschlich als N. accessorius.

3) Diesen sehr feinen, für die vergleichende Anatomie höchst wichtigen Nerv, hat nur Fischer bei Pipa dorsigera allein beschrieben, ohne ihn zu deuten und zu benennen. Allen andern Untersuchern ist er entgangen. Er findet sich, wie ich mit Bestimmtheit behaupten kann, bei allen von mir untersuchten Anuren.

4) Bei den von mir untersuchten Anuren existirt ein zwischen Schädel und erstem Halswirbel oder durch letzteren gehender Nerv nicht. Der zwischen den beiden ersten Halswirbeln durchtretende Nerv ist daher der erste wirklich vorhandene Spinalnerv, muss aber nach seinem Durchtritte durch die Wirbelsäule und in Vergleichung mit den andern Wirbelthieren als N. spinalis II. aufgefasst werden. Dasselbe gilt für die beiden folgenden Nerven, die als Nn. spinales III. und IV. zu bezeichnen sind.

stets die beiden letzten, mitunter (vielleicht auch immer) alle drei zur Bildung des Plexus brachialis[1]).

Ventraler Ast des N. spinalis II. (*II*). Er tritt zwischen dem ersten und zweiten Wirbel nach aussen und geht mit seiner Hauptmasse (3) an ventralen Rumpfmuskeln (mit Einschluss der Muskeln des Zungenbeins und der Zunge selbst, wo er sich neben den sensiblen Vagusästen verzweigt) vorüber[2]). Nicht weit hinter seinem Austritte aus der Wirbelsäule giebt er einen N. thoracicus superior II. (4)[3]) ab, der sich in dem M. basi-suprascapularis (*bss*) vertheilt. Vor oder hinter demselben entspringt das feine Verbindungsästchen mit dem N. spinalis III., das sich entweder einfach mit diesem vereint, oder vorher sich in zwei Zweige spaltet, von denen der eine in dem N. supracoracoideus, der andere (N. thoracicus inferior II.) in dem die Mm. obliqui abdominis und rectus abdominis versorgenden Nerven aufgeht.

Ventraler Ast des N. spinalis III. (*III*). Er ist der stärkste Nerv, nicht allein des Plexus brachialis, sondern des ganzen Körpers. Unweit des Austritts aus dem Zwischenwirbelloch giebt er einen ziemlich kräftigen N. thoracicus superior III. (7) ab, der sich mit weit auseinander tretenden Aesten im M. rhomboideus anterior (*rha*), petroso-suprascapularis (*pss*), thoraci-suprascapularis (*thss*) und rhomboideus posterior (*rhp*) verzweigt[4]). Der Hauptstamm bildet mit dem N. spi-

1) Nach Cuvier, Schiess, Wyman und Owen besteht der Plexus brachialis nur in der Vereinigung des dritten und vierten Spinalnerven. Wiederholte Untersuchungen bei Rana esculenta haben mir gezeigt, dass auch der zweite Spinalnerv durch ein äusserst feines und in seiner Lage sehr veränderliches Fädchen sich mit diesen verbindet. Bei Bufo cinereus gelang mir dieser Nachweis nicht, doch möchte ich diesem die erwähnte Verbindung nicht absprechen und eher die Schuld auf die durch den sehr schlechten Erhaltungszustand der Exemplare bedingte mangelhafte Untersuchung schieben. — Ob die im Verhältniss zu den Urodelen verminderte Anzahl der den Plexus zusammensetzenden Nerven bei den Anuren durch Ausfall eines Wirbels und darauf eintretende Verschmelzung zweier Nerven bedingt ist, möchte, wenn auch wahrscheinlich, doch kaum mit Sicherheit zu entscheiden sein.

2) Bei den Anuren (mit Ausnahme von Pipa cf. Fischer) kann der N. spinalis II. als Hypoglossus aufgefasst werden, sicher wenigstens der in der Zunge selbst endende Theil. Diese Auffassung gewinnt noch dadurch an Gewicht, dass dem Vagus alle, die Zunge bewegenden Elemente abgehen. Hinsichtlich dieses Verhaltens entfernen sich die Anuren von den Urodelen und schliessen sich näher an die höhern Wirbelthiere an.

3) Schiess erwähnt diesen Nerv ohne ihn zu benennen.

4) Cuvier: il s'en détache une branche qui va au-dessus de l'épaule et qui se perd dans les muscles de cette partie.

Schiess lässt ihn zu den Muskeln des Schulterblattes gehen und diese versorgen, ohne einen auszunehmen.

nalis IV. die Ansa III. und hierauf mit dem feinen Verbindungsästchen des N. spinalis II. die Ansa II.

Ventraler Ast des N. spinalis IV. (*IV*). Mindestens viermal schwächer als der vorhergehende. Er giebt zunächst ein oder zwei Aestchen ab, die nach hinten zu den Mm. obliqui abdominis gehen, und bildet hierauf mit N. spinalis III. die Ansa spinalis III. Gleich nach der Vereinigung geht ein kleiner N. thoracicus superior IV. (9)[1]) (für den M. thoraci-scapularis [*ths*]), ein Aestchen an die schiefen Bauchmuskeln und ein dem ursprünglichen N. spinalis IV. gleich starker und hauptsächlich aus dessen Fasern gebildeter Stamm (10) ab, der sich ebenfalls an die schiefen Bauchmuskeln verzweigt und mit einem selbständigen Nebenästchen den M. abdomini-scapularis (*as*) versorgt. Dieser der unteren Schicht zuzurechnende und daher N. thoracicus inferior IV. (10) zu benennende Nerv kann in einzelnen Fällen auch vom N. spinalis II. ein Fädchen bekommen[2]).

Nach Bildung aller Ansen resultirt ein einfacher kräftiger Hauptstamm, der anfangs ziemlich homogen gebildet erscheint, sich aber später in eine untere und obere Schichte spaltet, die Nn. brachiales inferiores und superiores.

A. Die Nn. brachiales inferiores sind folgende:

a) N. supracoracoideus (12)[3]). Kräftiger nach unten und vorn sich wendender Nerv, der von der Vorderseite des N. spinalis III. entsteht, mitunter auch durch ein vom N. spinalis II. direct kommendes sehr dünnes Fädchen verstärkt wird. Er giebt noch in der Brusthöhle ein sehr feines weit nach hinten verlaufendes und im Rectus abdominis endendes Fädchen (16) (N. thoracicus inferior posterior) ab[4]). Sodann geht er durch die von Coracoid, Epicoracoid und Procoracoid umschlossene grosse Oeffnung im ventralen Abschnitt des Brustgürtels und zwar an deren lateraler Grenze, seitlich vom M. sterno-hyoideus sublimis (*sth*), und verzweigt sich in dem M.

1) Von keinem Autor als selbständiger Nerv erwähnt. Er enthält in sich Elemente des N. spinalis III. und IV.

2) Dieses Verhalten vermittelt eine gewisse Zusammengehörigkeit zum N. supracoracoideus und ist von Bedeutung für die Vergleichung mit den Reptilien.

3) Von Cuvier gar nicht erwähnt. Von Schiess ungenau beschrieben als Muskelzweig zum Pectoralis major (!) Deltoides und Biceps. — An der Abzweigungsstelle des N. supracoracoideus vom Plexus ist die Trennung in eine obere und untere Schicht noch so wenig angedeutet, dass der Mangel jeglicher Elemente eines N. brachialis superior nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen werden konnte.

4) Dieses Fädchen scheint nicht constant zu sein; frühere Beobachter erwähnen es nicht.

coraco-radialis proprius (*crp*) (13) und den ventralen und hintern Theilen des M. episterno-cleido-acromio-humeralis (*eclah*) (14). Bei Bufo zweigt sich von ihm ein dünnes Fädchen ab, das zwischen den beiden erwähnten Muskeln und vor dem M. pectoralis an die Haut der Brust tritt [1]). — Der Nerv entspricht bis auf den diesen fehlenden Hautast vollkommen dem N. supracoracoideus der Urodelen.

Nach Abzweigung des N. supracoracoideus ist die obere und untere Schichte des in einen starken Ast zusammengezogenen Plexus noch innig vereint und verbleibt dies während des ganzen Verlaufes in der Brusthöhle. Erst nach dem Austritt aus derselben am hintern Rand der Scapula trennen sich beide Theile. Der die untere Schichte repräsentirende Theil ist der kräftige N. brachialis longus inferior.

b) N. brachialis longus inferior (21) [2]).

Seine Aeste sind:

α) Nn. pectorales und coraco-brachiales (19, 22) [3]). Beide entspringen bald nach der Abtrennung von dem N. brachialis longus superior mit zwei Stämmen. Der eine (19 + 22) dringt durch den M. coraco-brachialis brevis internus (*cbbi*), diesen versorgend, hindurch und endet in dem M. coraco-brachialis longus (*cbl*) und der Pars epicoracoidea des M. pectoralis (*pec*) [4]). Der andere (19) tritt hinter dem M. coraco-humeralis longus an die Pars sternalis (*pst*) und abdominalis des M. pectoralis (*pa*) und giebt noch einen ansehnlichen Hautast (18) ab, der sich um den Aussenrand des Pectoralis herum an den untern Theil der Brust wendet.

Diese Nerven entsprechen im Allgemeinen den gleichbenannten der Urodelen. Abweichungen von der Bildung bei diesen sind die Durchdringung des M. coraco-brachialis brevis durch einen Nervenast und der tiefe Abgang der Nn. pectorales, die nicht direct aus dem Plexus entstehen, sondern sich erst von dem N. brachialis longus inferior abzweigen. Beide Unterschiede sind unwesentlich. Ersterer beruht nur auf einer excessiven Vermehrung der Muskelbündel des Coracobrachialis über die durch den Nerven bestimmte hintere Grenze hinaus [5]), letzterer ist

---

1) Bei Rana trotz wiederholter Bemühungen nicht aufgefunden. Auch weder von CUVIER noch von SCHIESS beschrieben.

2) Nerf médian: CUVIER. — N. radialis: SCHIESS (!). — Median: OWEN.

3) SCHIESS erwähnt nur einen N. thoracicus longus zum M. abdomino-humeralis und einen Zweig zur Haut.

4) In einem einzigen Falle gab der Nerv auch ein äusserst dünnes Fädchen an die hintern Fasern des M. supracoracoideus ab.

5) Derartige durch die Muskeln bedingte Veränderungen der gegenseitigen Beziehungen zwischen diesen und den Nerven, sei es eine Umwachsung oder sei es

lediglich bedingt durch eine abweichende Vertheilung der Neuroglia.

β) N. cutaneus brachii inferior medialis (25)[1]. Ansehnlicher Hautnerv, der in der Mitte des Oberarms sich abzweigt und an die Gegend des Ellenbogens und der Ulnarseite des Vorderarms geht. — Der Nerv ist ein Homologon des N. cutaneus internus major s. medius.

γ) N. cutaneus brachii inferior lateralis (26)[2]. Geht an dem untern Drittel des Oberarms vom N. brachialis longus inferior ab, und läuft ulnar neben der Sehne des M. coraco-radialis proprius (*crp*) nach der Beuge der Radialseite des Vorderarms.

Dieser Nerv ist dem die Haut versorgenden Endaste des N. musculo-cutaneus vergleichbar.

Der Hauptstamm verläuft neben der Sehne des M. coraco-radialis proprius (*crp*) an den Vorderarm und verzweigt sich, zuerst in zwei, dann mehr Aeste getheilt, in den Muskeln und der Haut der Beuge des Vorderarms und der Hand.

Dieser Theil des Nerven entspricht den Vorderarm- und Handpartien der Rr. superficialis und profundus n. brachialis longi inferioris der Urodelen oder theilweise den Nn. medianus und ulnaris des Menschen. Eine durch die Vertheilung der Neuroglia bedingte, also unwesentliche Abweichung von den Bildungen bei den Urodelen ist gegeben in der regelmässig erst in der Ellenbogenkehle erfolgenden Theilung in die beiden Rr. superficialis und profundus.

B. Nn. brachiales superiores. In der Brusthöhle noch fest mit den Nn. brachiales inferiores vereinigt. Ihre Aeste sind folgende:

α) Nn. latissimi dorsi (34) und dorsales scapulae (30)[3]. Zwei ansehnliche Aeste, die am hintern Rand der Scapula noch vor der Trennung in N. brachiales superiores und inferiores sich abzweigen. Der eine geht von der Hinterseite des Hauptstammes ab und vertheilt sich entweder im M. latissimus dorsi (*dh*) (34) und dem kleinern hinteren Theile des M. dorsalis scapulae (*ds*) (31) oder (seltener) in ersterem Muskel allein (34). Der andere zweigt sich etwas weiter unten von der Vorderseite des Hauptstammes ab, innervirt mit einer Anzahl von Aesten in der Regel den grössern vordern Theil

eine Zertheilung der letzteren durch die ersteren, kommen fast in allen Classen der Wirbelthiere zur Beobachtung.

1) Schiess: Hautzweig zum Ellenbogen.

2) Von Schiess übersehen.

3) Von Cuvier und Schiess nicht beschrieben, von Owen als »axillary nerve« gedeutet.

des M. dorsalis scapulae (*ds*) (31) oder seltener den ganzen Muskel und geht dann, zwischen dessen Insertionssehne und dem hintern Rande demnächst der Aussenfläche der Scapula nach der Hauptmasse des M. acromio-humeralis (*ah*) (33) und mit einem sehr feinen Hautästchen (N. cutaneus brachii superior lateralis) (32) an die Haut der Schulter.

Der den M. latissimus dorsi innervirende Theil entspricht dem N. latissimus dorsi, die übrigen Aeste dem N. dorsalis scapulae der Urodelen. Die Vereinigung von Elementen des letzteren Nerven mit denen des ersteren in eine gemeinsame Bahn ist lediglich durch eine abweichende Vertheilung des Nervenkitts bedingt. Keineswegs darf das mit dem Stamme des N. latissimus dorsi verbundene und zu dem hintern Theile des M. dorsalis scapulae gehende Aestchen als Homologon eines N. teres major (subscapularis medius) aufgefasst werden. Dagegen spricht einmal die auch zur Beobachtung kommende vollkommene Trennung der Nn. dorsales scapulae von den Nn. latissimi dorsi, ferner die vollkommene Homogenität des M. dorsalis scapulae, endlich die bei den Reptilien bestimmt nachweisbare Entstehung des M. teres major aus zum System des M. subscapularis gehörenden Elementen.

b) N. cutaneus brachii et antibrachii superior (41)[1]) zweigt sich dem zweiten N. dorsalis scapulae gegenüber von der Hinterseite des Hauptstammes ab und versorgt die Haut der Streckseite des Ober- und Vorderarms. Zum Theil dem bei den Urodelen beschriebenen kleinen Hautnerven des N. radialis superficialis, zum Theil einzelnen Partien des N. radialis superficialis selbst entsprechend. — Ein directes Homologon fehlt beim Menschen.

Erst nach Abgabe des letzten Astes trennt sich die obere Schicht vollständig von der untern als N. brachialis longus superior.

c) N. brachialis longus superior s. radialis (35, 38)[2]). Sehr kräftiger Stamm, der dem N. brachialis longus inferior an Stärke beinahe gleich kommt. Er giebt an der Trennungsstelle ein oder zwei Rr. musculares (40) an den M. anconaeus scapularis medialis (*asm*) und den medialen und mittleren Theil des M. anconaeus humeralis (*ahm*, *ahl*)[3]) ab, geht dann zwischen M. anconaeus

1) Weder von CUVIER noch von SCHIESS erwähnt.

2) Nerf radial: CUVIER. — Nervus ulnaris: SCHIESS (!). — Musculo-spiral: OWEN. — Die Deutung von SCHIESS bedarf keiner Widerlegung.

3) SCHIESS: »Zwischen dem radialis und ulnaris aus ihrem Theilungswinkel entsteht ebenfalls ein ziemlich beträchtlicher Muskelnerv, der die Muskulatur des Ellenbogens auf sich nimmt«. Diese Rr. musculares für den M. anconaeus können

scapularis medialis (*asm*) und a. humeralis lateralis (*ahl*), ersteren median, letzteren lateral lassend, in die Tiefe der Streckmuskulatur des Oberarms, innervirt die noch nicht versorgten Theile derselben und tritt nach gedehnt spiraligem Verlaufe vor dem Epicondylus radialis nach aussen und von da an die Streckseite des Vorderarms und der Hand (37).

Der Nerv ist als ein Homologon der Nn. radialis superficialis und profundus der Urodelen (mit Ausnahme des von ersterem abgehenden kleinen Hautastes) aufzufassen. Ein auffallender Unterschied liegt in seiner veränderten Lage zum a. scapularis medialis: während er bei den Urodelen diesen Muskel lateral lässt, geht er bei den Anuren lateral an ihm vorbei. Dieses Verhalten ist bedingt durch den von dem der Urodelen abweichenden Ursprung dieses Muskels (vergleiche unten in §. 6 die Beschreibung des M. anconaeus scapularis medialis).

§. 6.

Muskeln der Schulter und des Oberarms[1]).

(Vergleiche Taf. XVII u XVIII.)

Die Muskeln der Schulter und des Oberarms der Anuren zeigen, theilweise entsprechend der Ausbildung der Knochen, eine viel grössere Ent-

verschieden entspringen. Regel ist das im obigen Text beschriebene Verhalten. Sehr selten ist eine Abzweigung vom N. radialis hinter der Theilungsstelle. Häufiger gehen sie von dem Anfangstheile des N. brachialis longus inferior ab. Dieses Vorkommen kann eine Versorgung des M. anconaeus durch der untern Schichte angehörende Nerven vortäuschen. Die genauere Untersuchung und Abtrennung der genannten Zweige von dem longus inferior ergiebt jedoch, dass nur eine zufällige Verbindung durch Neuroglia vorliegt, und dass der Nerv wirklich von der oberen Schichte entspringt. Jedenfalls zeigt dieses (auch bei Säugethieren beobachtete) Verhalten, wie wenig Werth auf die Bildung von Anastomosen, wie auf die Unterschiede einer höhern oder tiefern Abzweigung zu legen ist.

1) Literatur:

Kuhl und von Hasselt, Beiträge zur Zoologie der Rana esculenta. Kuhl's Beiträge zur Zoologie. Frankfurt a. M. 1820. S. 115 f.

Zenker, Batrachomyologia. Jenae 1825.

Anonymus, über d. Schultergerüst der Schildkröten mit den daran sitzenden Muskeln. Isis 1827. p. 429 (enthält Bemerkungen über die Schultermuskeln der Frösche).

Mayer, Beitrag zur anatomischen Monographie der Rana pipa Nova acta soc. Carol. Leop. nat. cur. 1828. S. 534 f.

Meckel, a. a. O. III. S. 163 f. S. 177 f. S. 201 f. (Pipa, Bufo, Rana, Hyla.)

Dugès, a. a. O. S. 128 f.

Cuvier, a. a. O. I. S. 379 f. S. 401 f. S. 421 f.

Volkmann, a. a. O. S. 72.

wickelung als bei den Urodelen. Diese zeigt sich einmal in einer sehr weit gehenden Differenzirung der von den Nn. thoracici superiores versorgten Muskelmassen und einer hiermit verbundenen Neubildung von Mm. rhomboidei, ferner in einem Zerfall der Mm. pectoralis und episterno-cleido-acromio-humeralis in einzelne getrennte Partien, endlich in einer ansehnlichen Volumensvergrösserung einzelner Muskeln (Mm. coraco-radialis proprius und coraco-brachialis brevis), zu der eine beträchtliche Reduction bis vollständige Verkümmerung anderer (Mm. supracoracoideus und subcoracoscapularis) in Correlation steht. Eine den Batrachiern eigenthümliche Bildung ist der M. interscapularis.

Aehnlich wie bei den Urodelen lassen sich die Muskeln der Anuren in folgender Weise eintheilen.

A. Durch N. vagus innervirt:

Insertion an dem dorsalen Abschnitte des Brustgürtels (Scapula).

a) Ursprung vom Kopfe, Innervation durch den R. accessorius n. vagi:

Capiti-scapularis (Cucullaris).

b) Ursprung vom Suprascapulare, Innervation durch den R. scapularis n. vagi:

Interscapularis.

Collan, a. a. O. S. 28 f.

Klein, Beiträge zur Anatomie der ungeschwänzten Batrachier. Jahresheft des Vereins für vaterländische Naturkunde in Würtemberg. 6 Jahrg. 1850. S. 1 f. (Myologie von Bufo agua, margaritifera, variabilis, Cystignathus ocellatus, Rana temporaria, Hyla palmata und arborea, Pipa americana.)

Pfeiffer, a. a. O. S. 47 f.

Stannius, a. a. O. S. 121 f. S. 125 f.

Ecker, a. a. O. S. 81 f. S. 84 f. S. 89 f.

Rüdinger, a. a. O. S. 26 f. S. 96. S. 102 f. (Bufo cinereus, Rana temporaria, esculenta mugiens, Pipa americana, Hyla, Rana paradoxa Rana bufo [?]).

Die Abhandlungen von

Altena, a. a. O.

Martin St. Ange, Annales des Sciences naturelles. Tome XXIV. 1831. p. 393.

konnte ich nicht vergleichen.

Die Untersuchung beschränkte sich auf Rana esculenta und Bufo cinereus. Jüngere Frösche zeigten keine Besonderheiten. Junge Larven wurden in Bezug auf die Entwicklung nur vorübergehend beachtet. Dugès und Sternheim (Entwicklung des Froschembryos, insbesondere des Muskel- und Genitalsystems. Abhandlungen des naturwiss. Vereins zu Hamburg 1846. S. 17 f.) bieten über diesen Punct nur Dürftiges. — Eine myologische Untersuchung von Microps (oder Hylaedactylus) dürfte werthvolle Aufschlüsse über die Verwandtschaft mit den Urodelen einerseits und den Cheloniern anderseits ergeben und ist sehr wünschenswerth

B. Durch Nn. thoracici superiores innervirt:

Insertion am dorsalen Abschnitte des Brustgürtels.

a) Ursprung vom Hinterkopfe, Insertion am Suprascapulare.

α) Vom ventralen Theile des Hinterkopfes:
Basi-suprascapularis (Levator scapulae inferior).

β) Vom lateralen Theile des Hinterkopfes:
Petroso-suprascapularis (Levator scapulae superior).

γ) Vom dorsalen Theile des Hinterkopfes:
Occipiti-suprascapularis (Rhomboideus anterior).

b) Ursprung vom Rumpfe (Processus transverso-costales).

α) Insertion an der Scapula:
Thoraci-scapularis (Serratus magnus inferior).

β) Insertion an dem Suprascapulare:
Thoraci-suprascapularis (Serratus magnus superior mit Rhomboideus posterior).

C. Durch N. thoracicus inferior innervirt:

Ursprung von der Bauchfläche, Insertion an der Scapula:
Abdomini-scapularis.

D. Durch Nn. brachiales inferiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (Bauchfläche, Sternum, auch auf die Verbindung der Epicoracoide übergreifend), Insertion am Oberarm:
Pectoralis.

b) Ursprung vom ventralen Theile des Brustgürtels (auch auf Sternaltheile übergreifend):

α) Durch N. supracoracoideus innervirt, Insertion am Vorderarm:
Coraco-radialis proprius.

β) Durch Aeste des N. brachialis longus inferior innervirt, Insertion am Oberarm:
Coraco-brachialis longus.
Coraco-brachialis brevis internus.

E. Durch Nn. brachiales inferiores und superiores zugleich innervirt:

Ursprung vom vorderen Theile des Brustgürtels (Clavicula, Acromion, auch auf das Episternum übergreifend), Insertion am Oberarm:
Episterno-cleido-acromio-humeralis.

F. Durch Nn. brachiales-superiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (dorsale Fläche des Rückens), Insertion am Oberarm:
Dorso-humeralis (Latissimus dorsi).

b) Ursprung von der Aussenfläche des dorsalen Abschnittes des Brustgürtels (Suprascapulare), Insertion am Oberarm:
Dorsalis scapulae.

c) Ursprung vom dorsalen Abschnitte des Brustgürtels (Scapula) und Oberarm, Insertion am Vorderarm:
Anconaeus.

---

1. Capiti-scapularis (Cucullaris) (*cs*) [1].

Protractor acromii: ZENKER (No. 97. 98), ANONYMUS.
Scapulo-mastoïdien, sterno-mastoïdien (CUVIER): DUGÈS (No. 65).
Sternomastoïdien: CUVIER.
Levator scapulae inferioris: VOLKMANN, FISCHER.
Sternocleidomastoideus: COLLAN, KLEIN, PFEIFFER, ECKER (No. 44).
Scapulo-mastoideus s. Sternocleidomastoideus: RÜDINGER.

Er entspringt von dem lateralen Theile des Os occipitale externum, von dem Os tympanicum, vom hintern Rande des Trommelfells und von dem lateralen Theile des Os petrosum und geht, bedeckt von dem sogenannten Digastricus maxillae inferioris (*dg*) nach hinten und unten, wo er an der Unterfläche des vorderen Randes der Scapula (oberhalb des Acromion) zwischen dem M. interscapularis (*is*) und acromio-humeralis (*ah*) inserirt.

Innervirt durch den R. accessorius n. vagi (*α*).

Der Muskel entspricht dem vorderen Theile des M. capiti-dorso-scapularis der Sozuren und ist aus den bereits bei diesen angegebenen Gründen mit dem menschlichen M. cucullaris zu vergleichen. Für die von den meisten Untersuchern vorgeschlagene Homologie mit dem M. sternocleidomastoideus des Menschen spricht allerdings der sehr weit lateral-

1) Von MECKEL unter No. 4. S. 164 angegeben, aber nicht benannt. STANNIUS beschreibt ihn als Muskel, »der vom Schädelquerfortsatze an den Vorderrand der Scapula über dem Acromion erstreckt ist«.

B. Durch Nn. thoracici superiores innervirt:

Insertion am dorsalen Abschnitte des Brustgürtels.

a) Ursprung vom Hinterkopfe, Insertion am Suprascapulare.

α) Vom ventralen Theile des Hinterkopfes:

Basi-suprascapularis (Levator scapulae inferior).

β) Vom lateralen Theile des Hinterkopfes:

Petroso-suprascapularis (Levator scapulae superior).

γ) Vom dorsalen Theile des Hinterkopfes:

Occipiti-suprascapularis (Rhomboideus anterior).

b) Ursprung vom Rumpfe (Processus transverso-costales).

α) Insertion an der Scapula:

Thoraci-scapularis (Serratus magnus inferior).

β) Insertion an dem Suprascapulare:

Thoraci-suprascapularis (Serratus magnus superior mit Rhomboideus posterior).

C. Durch N. thoracicus inferior innervirt:

Ursprung von der Bauchfläche, Insertion an der Scapula:

Abdomini-scapularis.

D. Durch Nn. brachiales inferiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (Bauchfläche, Sternum, auch auf die Verbindung der Epicoracoide übergreifend), Insertion am Oberarm:

Pectoralis.

b) Ursprung vom ventralen Theile des Brustgürtels (auch auf Sternaltheile übergreifend):

α) Durch N. supracoracoideus innervirt, Insertion am Vorderarm:

Coraco-radialis proprius.

β) Durch Aeste des N. brachialis longus inferior innervirt, Insertion am Oberarm:

Coraco-brachialis longus.

Coraco-brachialis brevis internus.

E. Durch Nn. brachiales inferiores und superiores zugleich innervirt:

Ursprung vom vorderen Theile des Brustgürtels (Clavicula, Acromion, auch auf das Episternum übergreifend), Insertion am Oberarm:

Episterno-cleido-acromio-humeralis.

F. Durch Nn. brachiales superiores innervirt:

a) Ursprung vom Rumpfe (dorsale Fläche des Rückens), Insertion am Oberarm:

Dorso-humeralis (Latissimus dorsi).

b) Ursprung von der Aussenfläche des dorsalen Abschnittes des Brustgürtels (Suprascapulare), Insertion am Oberarm:

Dorsalis scapulae.

c) Ursprung vom dorsalen Abschnitte des Brustgürtels (Scapula) und Oberarm, Insertion am Vorderarm:

Anconaeus.

---

1. Capiti-scapularis (Cucullaris) (*cs*) [1].

Protractor acromii: ZENKER (No. 97. 98), ANONYMUS.
Scapulo-mastoïdien, sterno-mastoïdien (CUVIER): DUGÈS (No. 65).
Sternomastoïdien: CUVIER.
Levator scapulae inferioris: VOLKMANN, FISCHER.
Sternocleidomastoideus: COLLAN, KLEIN, PFEIFFER, ECKER (No. 44).
Scapulo-mastoideus s. Sternocleidomastoideus: RÜDINGER.

Er entspringt von dem lateralen Theile des Os occipitale externum, von dem Os tympanicum, vom hintern Rande des Trommelfells und von dem lateralen Theile des Os petrosum und geht, bedeckt von dem sogenannten Digastricus maxillae inferioris (*dg*) nach hinten und unten, wo er an der Unterfläche des vorderen Randes der Scapula (oberhalb des Acromion) zwischen dem M. interscapularis (*is*) und acromio-humeralis (*ah*) inserirt.

Innervirt durch den R. accessorius n. vagi (*α*).

Der Muskel entspricht dem vorderen Theile des M. capiti-dorso-scapularis der Sozuren und ist aus den bereits bei diesen angegebenen Gründen mit dem menschlichen M. cucullaris zu vergleichen. Für die von den meisten Untersuchern vorgeschlagene Homologie mit dem M. sternocleidomastoideus des Menschen spricht allerdings der sehr weit lateral-

---

1) Von MECKEL unter No. 4. S. 164 angegeben, aber nicht benannt. STANNIUS beschreibt ihn als Muskel, »der vom Schädelquerfortsatze an den Vorderrand der Scapula über dem Acromion erstreckt ist«.

wärts liegende Ursprung; allein die nur auf die Scapula beschränkte Insertion (obwohl eine Clavicula bei den Anuren existirt) schliesst ohne Weiteres eine Vergleichung mit diesem Muskel aus, falls die oben (bei den Urodelen) gegebene Bestimmung desselben, wonach die Insertion an der Clavicula sein wesentlichstes Merkmal ist, festgehalten wird. Die Abweichung des Ursprunges von der Mittellinie des Hinterhauptes ist als eine durch die kräftige Entwickelung der an den Schädel gehenden Längsmuskelmasse des Rumpfes und des M. rhomboideus anterior bedingte Anpassung zu erklären. — Von Bedeutung ist die Veränderlichkeit des Muskels in der Classe der Amphibien. Bei den Sozobranchiern ist er auf die Rumpfgegend beschränkt, bei den Sozuren hat er sich nach vorn bis zum Hinterkopfe entwickelt und entspringt sowohl von Kopf als von Rumpf, bei den Anuren endlich fehlt jegliche Rumpfpartie, der Muskel entspringt lediglich vom Kopfe. Durch dieses Verhalten, das durch die Annäherung des Brustgürtels an den Kopf und durch die vorwiegende Entwickelung des Suprascapulare und der vom Rücken her an sie tretenden Muskeln bedingt ist[1]), bilden die Anuren einen Endpunct der Entwickelungsreihe innerhalb der Amphibien, der weder an Reptilien und Vögel noch an Säugethiere Anknüpfungen erlaubt.

2. Interscapularis (*is*) [2]).

Subscapularis: Zenker (No. 87. 88). Anonymus.
Interscapularis, Interscapulaire: Dugès (No. 64), Klein, Pfeiffer, Ecker, Rüdinger.
Flexor scapulae: Collan (No. 62).

Mittelgrosser Muskel an der Innenfläche des dorsalen Abschnittes des Brustgürtels. Er entspringt unterhalb des Verlaufes und der Insertion des M. basi-suprascapularis (*bss*) von der untern Hälfte und den vorderen zwei Dritteln des Suprascapulare und geht mit convergirenden Fasern an die Scapula wo er schmal zwischen M. capiti-scapularis (*cs*), omohyoideus (*oh*) und thoraci-scapularis (*ths*) inserirt.

1) Danach ist wahrscheinlich, dass bei den Anuren mit sehr kleinem Suprascapulare z. B. Microps, Systoma, Ceratophrys auch eine Rumpfpartie des Cucullaris existirt. Untersuchungen dieser Thiere müssen das Weitere unterscheiden.

2) Von Meckel unter No. 8. S. 166 beschrieben. — Cuvier giebt an: Il y a de plus à l'omoplate un muscle propre, situé à la face interne, entre les deux portions etc. — Stannius sagt: »Scapula und Pars suprascapularis sind verbunden durch einen Muskel, der von der untern Fläche der einen zu der der andern tritt«. — Fischer giebt bei Pipa einen M. interscapularis an, während Klein ihn ableugnet.

Innervirt durch den R. scapularis n. vagi (σ).

Eine Vergleichung dieses Muskels mit dem M. subscapularis (Zenker) wird ohne Weiteres durch seine Versorgung durch einen Vagusast ausgeschlossen. Der Muskel ist eine den Batrachiern eigenthümliche Bildung, die bei keinem Wirbelthiere ein directes Homologon hat. Die Innervation durch den N. vagus trennt den M. interscapularis ebenso wie den M. cucullaris von allen andern Muskeln des Brustgürtels und der vordern Extremität und giebt ihm eine nähere Beziehung zu den übrigen vom Vagus innervirten Muskeln, speciell den Muskeln der hintern Zungenbeinhörner. Aber weder diese, noch die ihnen homologen der Kiemenbogen bei den Sozobranchiern bieten Bildungen dar, die nach Ursprung, Insertion und sonstiger Lage mit dem Interscapularis irgend welche, wenn auch fernere, Vergleichung gestatten. Erfolgreicher erweist sich die Untersuchung der im Vagusgebiete liegenden Muskeln der Kiemenbogen bei den Selachiern. Bei diesen (nach Vetter's Untersuchungen auch bei den Chimaeren und Ganoiden, jedoch nicht bei den Teleostiern) liegen an der Innenseite der Kiemenbogen kleine Muskeln, die von dem untern Ende des oberen Kiemenbogens entpringen und an dem obern Ende des untern inseriren, die in übereinstimmender Weise wie der M. interscapularis der Anuren von ähnlich sich abzweigenden Aesten des N. vagus versorgt werden und die nach ihrer Function die oberen und untern Kiemenbogen einander zu nähern, Mm. adductores branchiarum oder nach ihrer Lage Mm. interbranchiales benannt werden können. Diese Muskeln, die übrigens den Adductoren des Palato-quadratum und Mandibulare (theilweise den Kaumuskeln entsprechend) homodynam sind, müssen als metamere Homologe des M. interscapularis der Anuren angesehen werden. Diese Thatsache ist ein weiterer Beitrag zur Erkenntniss der nahen Beziehungen des Brustgürtels und seiner Weichtheile zu dem Gebiete des N. vagus, einer Erkenntniss, die auf myologischem Gebiete bisher nur durch das nicht strict beweisende Verhältniss des M. cucullaris (und M. sternocleidomastoideus) zum N. accessorius[1]) gestützt wurde; sie zwingt uns zugleich, **in dem Brustgürtel (Brustbogen) ein metameres Homologon der Kiemenbogen anzuerkennen**, das seine ursprüngliche Ab-

1) Die Anheftung des M. cucullaris und sternocleidomastoideus an den Brustgürtel kann von Gegnern dieser Ansicht für eine secundäre Anpassungserscheinung erklärt werden, ohne dass dieser Einwurf erfolgreich widerlegt werden könnte. Unmöglich ist dies bei dem M. interscapularis, der mit seiner ganzen Masse lediglich auf den Brustgürtel beschränkt ist.

hängigkeit vom N. vagus nur in vereinzelten Residuen (deren wichtigstes der M. interscapularis der Batrachier ist) gewahrt hat[1]).

3. Basi-suprascapularis (Levator scapulae inferior) (*bss*) [2]).

Protractor scapulae: Zenker (No. 95. 96), Anonymus, Klein, Pfeiffer.
Schulterblattheber: Meckel (No. 3).
Sous-occipito-adscapulaire: Dugès (No. 60).
Le premier grand dentelé: Cuvier.

---

1) Diese Annahme ist übrigens nicht neu. Die metamere Homologie des Brustgürtels (und Bauchgürtels) mit den Kiemenbogen wurde (abgesehen von früheren noch ganz unverarbeiteten Hypothesen) bereits von Owen als möglich angenommen und von Gegenbaur durch gewichtige aus der Untersuchung des Visceralskelets der Selachier gewonnene Beweise unterstützt. Diese Homologie ist nicht aufzufassen, als ob der Brustbogen sich aus einem Kiemenbogen entwickelt habe oder umgekehrt die Kiemenbogen durch Verkümmerung aus ursprünglichen Extremitätenbogen entstanden seien, sondern es ist vielmehr eine ursprüngliche möglichst indifferente, jedenfalls ungegliederte Anlage anzunehmen, aus der sich in differenter Weise einerseits die Kiemenbogen mit ihren Radien anderseits Brust- und Bauchbogen mit ihren Extremitäten entwickelt haben. Diese Annahme wird ebenfalls durch die gegenseitigen Beziehungen der Mm. interbranchiales und des M. interscapularis unterstützt. Sowohl Kiemenbogen (der Fische und Amphibien) wie Brustbogen der Batrachier zeigen an bestimmten Stellen eine Unterbrechung des festeren Gewebes durch ein mehr lockeres, wodurch eine Theilung der Bogen in zwei gegeneinander bewegliche Stücke bedingt wird. Diese Gewebsdifferenz ist keine ursprüngliche, sie tritt vielmehr erst im Laufe der embryologischen Entwickelung auf: sie muss daher phylogenetisch erworben sein und zwar durch einen auf den ursprünglich homogenen Bogen ungleich wirkenden Druck, das ist durch die Wirkung eines an demselben Bogen zugleich entspringenden und inserirenden Adductors (Mm. interbranchiales, M. interscapularis), dessen Druckkraft die am meisten betroffene Stelle nicht widerstehen konnte. Diese Stelle findet sich bei allen Kiemenbogen in gleicher Weise: sie bildet die Grenze zwischen oberem und unterem Kiemenbogen. Nun entspricht nach Owen's und Gegenbaur's Nachweisen die Scapula des Brustbogens einem oberen, das Coracoid etc. einem unteren Kiemenbogen. Wäre der Brustbogen aus einem bereits differenzirten Kiemenbogen entstanden, so müsste seine lockere Stelle zwischen Scapula und Coracoid liegen und der M. interscapularis die Fähigkeit haben, beide einander zu nähern. Dies ist in Wirklichkeit nicht der Fall, der Locus minoris resistentiae liegt bei den Anuren vielmehr im Bereiche der Scapula selbst. Der M. interscapularis hat also in einem ganz andern (mehr dorsalen) Niveau auf den Schulterbogen gewirkt, als die Mm. interbranchiales auf die Kiemenbogen. Beiderlei Bogen müssen daher als selbständige differente Bildungen aus ursprünglichen indifferenten Bogen angesehen werden.

2) Klein lässt diesen Muskel von Processus II. u. III. entspringen. Ein derartiges Verhalten beschreiben weder frühere Beobachter, noch kann ich es bei den von mir untersuchten Thieren bestätigen. Stannius benennt den Muskel nicht, beschreibt ihn aber als »tieferen Muskel, der von der Hinterhauptsgegend an die Pars suprascapularis tritt«.

Compressor scapulae inferior: VOLKMANN.
Levator s. attractor scapulae: COLLAN (No. 60).
Levator anguli scapulae: ECKER (No. 43).
Portio anterior serrati majoris s. levator scapulae proprius: RÜDINGER.

Ziemlich kräftiger von dem M. capiti-scapularis (*cs*) und vom Suprascapulare bedeckter Muskel. Er entspringt vom Os occipitale basilare und dem untern Theil des Os petrosum und geht nach unten und hinten an die Innenfläche des Suprascapulare, wo er hinter dem Ursprung des M. interscapularis (*is*) am untern und hintern Theil inserirt.

Innervirt durch den N. thoracicus superior II. (2).

Unstreitig gehört der Muskel zu einem und demselben System wie der M. serratus. Eine directe Vergleichung mit diesem, wie CUVIER und RÜDINGER befürworten, erlaubt jedoch sein Ursprung vom Kopfe nicht. Er ist ein theilweises Homologon des M. basi-scapularis (Levator scapulae) der Urodelen, ist aber weit kleiner als dieser und entspricht nur der grösseren unteren Hälfte desselben. Ein wesentlicher Unterschied dieses und des folgenden Muskels von dem ihnen vergleichbaren der Urodelen liegt in jeglichem Mangel einer auf der Aussenfläche der Scapula befindlichen Insertion. Diese Differenz ist nicht nur durch eine Reduction von Homologen der oberflächlichen Schichte des Levator scapulae der Urodelen, sondern auch durch eine bedeutende Ausdehnung des Suprascapulare nach vorn bedingt. Für letztere Annahme spricht der Umstand, dass die Insertionen an der Innenfläche auch entfernt vom vorderen Rande liegen.

4. Petroso-suprascapularis (Levator scapulae superior) (*pss*) [1].

Levator scapulae profundus: ZENKER (No. 91. 92), ANONYMUS.
Releveur ou angulaire de l'omoplate: CUVIER.
Compressor scapulae superior: VOLKMANN.
Levator anguli scapulae: COLLAN (No. 59).
Protrahens scapulae: ECKER (No. 45).

Gleich oberhalb des vorigen gelegener Muskel. Er entspringt von der Hinterfläche des Os petrosum und geht in horizontaler Richtung nach hinten an die Unterfläche des obersten Theiles des Suprascapulare

1) Von MECKEL, DUGÈS, KLEIN, PFEIFFER und STANNIUS nicht als selbständiger Muskel angeführt und wahrscheinlich dem vorhergehenden zugerechnet. ECKER's und RÜDINGER's (von ECKER abgeschriebene) Angabe, wonach DUGÈS und ZENKER diesen Muskel M. protractor acromii genannt haben sollen, ist falsch.

zwischen die Insertion des M. rhomboideus anterior (*oss*) und serratus magnus superior (*thss*).

Innervirt durch Theile des N. thoracicus superior III. (4).

Der Muskel ist als ein ziemlich selbständig differenzirtes Homologon der oberen tieferen Partien des M. levator scapulae der Urodelen aufzufassen. Sein Ursprung, am Os petrosum, lässt schliessen, dass der ursprünglich homogene Levator scapulae der Anuren (aus dem No. 3, 4 und 5 sich entwickelt haben) eine ausgedehntere Bildung dargestellt hat als das Homologon bei den Urodelen. Dieses Verhalten steht wiederum in Beziehung zu der voluminöseren Entwickelung der Scapula und des Suprascapulare bei den Anuren.

5. Occipiti-suprascapularis (Rhomboideus anterior) (*rha*) [1].

Levator scapulae sublimis: Zenker (No. 89. 90), Anonymus.
Oberer Vorwärtszieher oder Kappenmuskel: Meckel (No. 4).
Protrahens scapulae accessoriae: Hasselt u. Kuhl.
Sus-occipito-adscapulaire, portion du trapèze: Dugès (No. 58).
Protractor scapulae supremus: Volkmann.
Cucullaris: Collan (No. 53), Klein, Pfeiffer, Ecker, Rüdinger.

Breiter aber wenig kräftiger Muskel, der über dem vorigen am Anfange des Rückens gelegen ist. Er entspringt am hintern Rande des Os occipitale laterale (Linea semicircularis superior), median mit dem der Gegenseite zusammenstossend, und geht nach aussen und hinten an die Unterfläche des vorderen oberen Winkels des Suprascapulare.

Innervirt durch Theile des N. thoracicus superior III. (4).

Der vollkommene Mangel von Elementen eines R. accessorius n. vagi in diesem Muskel schliesst jede Vergleichung mit dem M. cucullaris aus, die schon durch die Insertion an der Innenfläche des Suprascapulare fraglich gemacht wird. Nach Ursprung und Insertion, sowie nach Innervirung (durch einen dem N. dorsalis scapulae des Menschen homologen homodynamen N. thoracicus superior) ist er dem grossen vorderen M. rhomboideus vieler Säugethiere, der auch vom Kopf entspringt, zu vergleichen. Dem Menschen fehlt dieser Muskel oder existirt nur in unansehnlichen Rudimenten (Rhomboideus minor). Das gleichzeitige Vorkommen eines Rhomboideus anterior bei Anuren und Säugethieren,

---

1) Von Cuvier nicht erwähnt. Stannius beschreibt ihn als »oberen Muskel, der von der Hinterhauptsgegend an die P. suprascapularis tritt«.

während den Urodelen, Reptilien und Vögeln diese Bildung abgeht, ist von Bedeutung für deren gegenseitige Verwandtschaft.

6. Thoraci-scapularis (Serratus magnus inferior) (*ths*) [1].

Depressor acromii: ZENKER (No. 103. 104), ANONYMUS.
Transverso-interscapulaire: DUGÈS (No. 63).
Le troisième grand dentelé: CUVIER.
Retractor scapulae u. Serratus anticus major: COLLAN (No. 56. 57).
Depressor scapulae: KLEIN, PFEIFFER.
Serratus: STANNIUS.
Transverso-scapularis major u. minor: ECKER (No. 46. 47).
P. posterior serrati antici majoris s. P. tertia m. serrati: RÜDINGER.

Ziemlich langer Muskel. Er entspringt von dem dritten und vierten Processus transverso-costalis und geht mit convergirenden Fasern nach unten und vorn an die Innenfläche des hintern Randes der Scapula, oberhalb der Insertion des M. omohyoideus (*oh*) und hinter der des M. interscapularis (*is*). Er ist bei Pipa und Bufo sehr ansehnlich entwickelt, bei Hyla und Rana dagegen schwächer. Eine Trennung in zwei Theile ist angezeigt (besonders bei Hyla), aber nicht vollkommen durchgeführt.

Innervirt durch N. thoracicus superior IV. (5).

Dieser Muskel ist dem System des M. serratus magnus zuzurechnen. Bei den höheren Wirbelthieren (mit Ausnahme der Chelonier) wie bei den Urodelen entspringt der Serratus von beweglichen Rippen, hier bei den Anuren von fest mit den Wirbelkörpern verbundenen Fortsätzen, die von den Einen als Processus transversi, von den Andern als vereinigte Elemente von Querfortsätzen und Rippen (Processus transverso-costales) gedeutet werden. Letztere Auffassung wird durch die Ursprungsverhältnisse des Serratus magnus (und Latissimus dorsi, s. unten) unterstützt. — Eine directere Homologie bietet die untere Partie des M. serratus magnus der Urodelen dar. Der M. thoraci-scapularis der Anuren zeigt aber ein grösseres Volumen und eine breitere Ursprungsfläche als dieser, sowie eine beginnende Differenzirung in zwei Partien, die von einigen Autoren (COLLAN, ECKER) als zwei separate Muskeln aufgefasst worden sind.

1) Von MECKEL unter No. 7 beschrieben

7. Thoraci-suprascapularis (Serratus magnus superior mit Rhomboideus posterior) (*thss*)[1].

a) *Serratus magnus superior:*

Depressor scapulae und Theil des Omoplateus rectus. ZENKER (93. 94. 101. 102), ANONYMUS.
Transverso-adscapulaire, portion du grand dentelé DUGÈS (No. 61).
Le deuxième grand dentelé: CUVIER.
Serratus anticus minor: COLLAN (No. 58).
Serratus: KLEIN, PFEIFFER, STANNIUS.
Transverso-scapularis tertius s. Serratus: ECKER (No. 48).
Pars medialis m. serrati antici majoris: RÜDINGER.

b) *Rhomboideus posterior:*

Theil des Omoplateus rectus: ZENKER (No. 101. 102), ANONYMUS.
Lombo-adscapulaire, partie postérieure du trapèze DUGÈS (No. 59).
Rhomboideus: CUVIER, KLEIN, PFEIFFER, STANNIUS.
Retrahens scapulae: ECKER (No. 38).
Pars medialis m. serrati antici majoris: RÜDINGER.

Breiter, aber kürzer als voriger Muskel. Er entspringt von dem zweiten, dritten und vierten Processus transverso-costalis, bei den verschiedenen Gattungen verschieden[2], und geht mit parallelen Fasern nach oben und vorn an die hintere Hälfte des oberen Randes der Innenfläche des Suprascapulare. Während bei den niedriger stehenden Gattungen (Pipa) der obere Theil sehr unansehnlich ist, erlangt er bei den höheren durch Uebergreifen seines Ursprungs über die Längsmuskulatur des Rückens (Hyla, Bufo) und bis auf die Processus spinosi (Cystignathus, Rana) eine besondere Entwicklung. Der dadurch entstandene Theil kann in seiner vollkommensten Ausbildung als Rhomboideus posterior (*rhp*) unterschieden werden.

Innervirt durch einen Zweig des N. thoracicus superior II. (4).

Der Muskel ist ein Homologon der oberen Partie des M. serratus magnus der Urodelen. Neu und den Anuren eigenthümlich ist die Ausdehnung des Muskels nach oben über das Niveau der Processus transverso-costales, wodurch die Neubildung eines M. rhomboideus posterior,

1) MECKEL beschreibt ihn unter No. 6. ECKER läugnet die Homologie des oberen Theiles mit dem Rhomboideus und befürwortet die Vergleichung mit dem Serratus.

2) Bei Pipa vom zweiten und dritten, bei Bufo vom dritten oder vierten, bei Cystignathus, Rana und Hyla vom dritten und vierten Wirbel.

dessen Entwickelung in allen Stadien von Pipa und Hyla bis zu Cystignathus und Rana verfolgt werden kann, bedingt wird. In seiner vollkommensten Ausbildung ist dieser Muskel dem menschlichen Rhomboideus major, dem hintern Rhomboideus vieler Säugethiere, zu vergleichen. Eine Homologie mit dem Cucullaris, welche DUGÈS befürwortet, wird durch den Mangel von jeglichen Elementen des R. accessorius n. vagi unmöglich gemacht.

8. Abdomini-scapularis (*as*)[1].

Depressor abdominalis: ZENKER (No. 99. 100), ANONYMUS.
Xipho-adscapulaire s. portion du grand dentelé: DUGÈS (No. 62).
Pectoralis minor: COLLAN.
Portio abdominalis m. obliqui externi: KLEIN, PFEIFFER.
Portio omo-abdominalis m. obliqui externi: ECKER (No. 296).
Omo-abdominalis: RÜDINGER.

Von dem M. obliquus abdominis externus (*oae*) abgelöster vorderster Theil. Er entspringt von der Linea alba und geht nach oben und vorn, wo er sich sehnig an den Hinterrand der Scapula inserirt. Bei Bufo am ansehnlichsten entwickelt.

Innervirt durch den N. thoracicus inferior IV. (6).

Eine Homologie mit Theilen des M. serratus magnus (DUGÈS) sowie mit dem M. pectoralis minor (COLLAN) ist durch die abweichende Innervirung ausgeschlossen. Letzterer ist überdies, wie bei den Urodelen bereits erwähnt worden, eine auf die Säugethiere beschränkte Differenzirung aus dem M. pectoralis. Der M. abdomini-scapularis ist als eine den Batrachiern eigenthümliche Bildung aufzufassen, die jedoch (wie sich später zeigen wird) zu dem M. plastro-coracoideus der Chelonier, dem M. sterno-coracoideus der Saurier, Crocodile, Vögel und Monotremen und dem M. subclavius der marsupialen und placentalen Säugethiere in fernerer Homologie steht.

1) Von MECKEL nicht erwähnt. STANNIUS sagt: »Von der Aussenfläche des M. obliquus externus tritt ein Muskel an den Hinterrand der Scapula«.

9. Pectoralis (*p*) [1].

a) ***Portio abdominalis:***

Brachio-abdominalis: Zenker (No. 109. 110), Anonymus.
Theil des grossen Brustmuskels, Portion du grand pectoral: Meckel, Cuvier.
Obliquus abdominis externus: Mayer.
Abdomino-huméral, portion costale du grand pectoral: Dugès (No. 69).
Portio abdominalis m. pectoralis majoris: Collan (No. 68), Rüdinger.
Portio humero-abdominalis m. pectoralis: Klein, Pfeiffer.
Schräg aufsteigonder Theil des M. pectoralis: Stannius.
Portio abdominalis m. pectoralis: Ecker (No. 52c).

b) ***Portio sternalis:***

Pars pectoralis majoris, Theil des grossen Brustmuskels, Portion du grand pectoral: Zenker (No. 107. 108), Anonymus, Meckel, Cuvier.
Sterno-huméral, portion du grand pectoral: Dugès.
Portio sternalis posterior m. pectoralis majoris: Collan (No. 67).
Portio sternalis m. pectoralis: Klein, Pfeiffer.
Querer Theil des Pectoralis: Stannius.
Portio sternalis posterior m. pectoralis: Ecker (No. 52b).
Portio sternalis media m. pectoralis majoris: Rüdinger.

c) ***Portio epicoracoidea:***

Pars pectoralis majoris, Theil des grossen Brustmuskels, Portion du grand pectoral: Zenker (No. 107. 108), Anonymus, Meckel, Cuvier.
Claviculo-brachialis: Kuhl u. van Hasselt.
Clavi-huméral, portion du grand pectoral: Dugès (No. 70).
Pars sternalis anterior et pars clavicularis posterior m. pectoralis majoris: Collan (No. 65. 68).
Pars accessoria m. pectoralis (nur bei Pipa): Klein, Pfeiffer.
Schräg absteigender Theil des Pectoralis: Stannius.
Portio sternalis anterior m. pectoralis: Ecker (No. 52a).
Portio sternalis anterior m. pectoralis majoris: Rüdinger.

Grosser und breiter Muskel auf der Vorderseite des Bauches und der Brust, der in drei neben einander liegende Theile, die Pars abdominalis, sternalis und epicoracoidea m. pectoralis, zerfallen ist.

---

1) Stannius lässt den schräg absteigenden Theil des Pectoralis von dem Manubrium sterni, oder bei Mangel desselben von der Clavicula entstehen. Ein ferner erwähnter vom Coracoid ausgehender Pectoralis II. ist vielleicht auch sein Homologon.

a) Pars abdominalis m. pectoralis (*pa*). Kräftigster und breitester Theil. Er entspringt mit sehr zarter Aponeurose gemeinsam und verwachsen mit der des M. obliquus abdominis externus (*oae*) von der Linea alba, in der ganzen Länge des Bauches, die äussere Scheide des Rectus abdominis (*ra*) mit bildend[1]. An der lateralen Grenze des Rectus wird er muskulös und geht nun mit convergirenden Fasern, die nach aussen und vorn verlaufen, an die Beugefläche der Crista lateralis humeri, distal gleich neben der Insertion der Pars epicoracoidea.

b) Pars sternalis m. pectoralis (*pst*), mittlerer Theil des Pectoralis, von der Pars abdominalis durch einen Spalt getrennt. Er entspringt von der untern Fläche des Sternums (bei muskelschwachen Individuen dessen Ränder freilassend) und geht mit convergirenden Fasern lateralwärts an den Oberarm, wo er am Grunde der Crista lateralis von der Pars abdominalis (*pa*) durch die Sehne des M. coraco-radialis proprius (*crp*) getrennt, inserirt. Besonders ansehnlich bei Pipa.

c) Pars epicoracoidea m. pectoralis (*pe*). Vorderster Theil, direct an die Pars sternalis angrenzend. Er entspringt bei den Anuren mit nicht verbundenen Epicoracoiden von dem medialen Rande derselben und zwar der rechte vom rechten, der linke vom rechten und linken Epicoracoid, bei den Anuren mit verbundenen Epicoracoiden von der Vereinigungslinie derselben. Bei den Bufones ist er breit und kräftig, deckt den ganzen M. coraco-radialis proprius (*crp*) und ist vorn mit dem M. cleido-acromio-humeralis (*clah*) verwachsen, bei den Raninae ist er schwächer, deckt nur den hintern Theil des M. coraco-radialis proprius (*crp*) und ist von dem M. episterno-cleido-acromio-humeralis (*eclah*) durch einen breiten Spalt getrennt. Er geht mit queren und absteigenden Fasern an die Beugefläche des Processus lateralis proximal von der Insertion der Pars abdominalis (*pa*), mit der er mitunter verwachsen ist.

Innervirt durch Nn. pectorales (19).

Der Muskel ist ein Homologon des gleichbenannten der Urodelen und also dem gesammten M. pectoralis und nicht blos dem M. pectoralis

1) Von Stannius, Ecker, Rüdinger wird angegeben, dass die P. abdominalis eine unmittelbare Fortsetzung des lateralen Theils des M. rectus abdominis bilde. Diese Angabe ist ebenso zu modificiren wie die entgegengesetzte Mayer's, derzufolge die Portion identisch mit dem M. obliquus externus abdominis ist. In Wirklichkeit existirt allerdings ein durch eine vordere Inscriptis tendinea vermittelter Zusammenhang vorderer und medialer Theile der P. abdominalis mit dem M. rectus abdominis. Die überwiegende Masse des Muskels hingegen entspringt in der oben angegebenen Weise.

major, wie RÜDINGER noch neuerdings angiebt, vergleichbar. Eine Differenz von der Bildung bei jenen zeigt sich einerseits in dem Aufgeben (oder dem ursprünglich bestehenden Mangel) verbreiteterer Beziehungen zu dem M. rectus abdominis, anderseits in dem Eingehen inniger Verbindungen zu dem Brustgürtel und zwar zu dem Epicoracoid. Letzteres Verhältniss ist als eine den Anuren eigenthümliche Anpassung aufzufassen. — Die drei Theile des M. pectoralis lassen sich nicht direct mit denen der Urodelen oder anderer Wirbelthiere vergleichen; von Bedeutung ist ihr verschiedenes Verhalten zur Sehne des M. coraco-radialis proprius.

10. Coraco-radialis proprius (*crp*).

Pectoralis minor: KUHL.
Sterno-radialis, Sterno-radien: ZENKER (No. 115. 116), ANONYMUS, CUVIER.
Vorderarmbeuger, Analogon des zweibäuchigen Vorderarmbeugers: MECKEL (No. 1).
Pré-sterno-clavi-radial, biceps· DUGÈS (No. 74).
Biceps: COLLAN (No. 74).
Sterno-radialis s. Biceps: KLEIN, PFEIFFER, ECKER, RÜDINGER.
Flexor, adductor des Vorderarms: STANNIUS.

Breiter und kräftiger Muskel, entweder ganz oder am hintern Theil von der Pars epicoracoidea m. pectoralis (*pe*) bedeckt und auf der Unterseite des Brustgürtels liegend. Er entspringt bei allen Anuren vom medialen Theil des Coracoid's und der Clavicula, sowie von dem Epicoracoid, lateral vom Ursprunge der Pars epicoracoidea m. pectoralis. Bei den mit ausgebildetem Episternum versehenen Batrachiern (Raninae etc.) greift sein Ursprung auch auf dessen hinteres Ende über (bei Rana auf das Ende der Knorpelplatte und das ganze Knochenstück). Seine stark convergirenden Fasern gehen in der Höhe des Schultergelenks in eine kräftige Sehne über, die an den Humerus durch eine von der Crista lateralis (CL) nach der Beuge des Humerus (bei Bufo gleich neben dem Processus medialis [PM], bei Rana davon entfernter) ausgespannte Sehnenbrücke angelagert erhalten wird. Sie verläuft zuerst zwischen der Pars abdominalis (*pa*) et epicoracoidea (*pe*) und der P. sternalis m. pectoralis (*pst*), durchbohrt am Anfange des vierten Fünftels des Oberarms den M. acromiohumeralis (*ah*) und geht dann lateral an diesem vorbei nach dem Antibrachium, wo sie am proximalen Abschnitte der Beugefläche des dem Radius entsprechenden Theiles inserirt.

Innervirt durch den N. supracoracoideus (12), in einem einzigen Falle (unter zehn) wurden seine hintersten Fasern von einem feinen Zweig des N. coraco-brachialis versorgt.

KUHL's Deutung als M. pectoralis minor ist bereits von früheren Untersuchern hinreichend zurückgewiesen worden. Eine Vergleichung mit dem M. biceps des Menschen ist nicht zulässig. Einerseits spricht die Innervirung durch den N. supracoracoideus vollkommen dagegen, anderseits seine Lage am Oberarm, namentlich seine Beziehungen zum M. pectoralis, zwischen dessen Portionen er hindurchtritt, und zum M. acromio-humeralis (Deltoideus inferior), den er so durchbohrt, dass der Endtheil seiner Sehne lateral vom Deltoideus zu liegen kommt. Der Muskel hat kein directes Homologon beim Menschen, dagegen entspricht er dem M. coraco-radialis proprius der Urodelen. Eine Abhängigkeit vom M. supracoracoideus, wie bei diesen, ist nicht vorhanden, da dieser Muskel bei den Anuren fehlt und räumlich grösstentheils vom M. coraco-radialis vertreten wird.

11. Coraco-brachialis longus (*cbl*)[1].

Alterum caput m. deltoidei: ZENKER (No. 105. 106), ANONYMUS.
Einwärtszieher oder Hakenarmmuskel: MECKEL (No. 5).
Coraco-huméral, Coraco-humeralis: DUGÈS (No. 73), STANNIUS, ECKER.
Coraco-brachial, Coraco-brachialis: CUVIER, COLLAN.
Coraco-humeralis und Adductor humeri: KLEIN, PFEIFFER.
Coraco-humeralis proprius: RÜDINGER.

Langer, von der Pars sternalis m. pectoralis (*pst*) bedeckter Muskel. Er entspringt vom hintern Rande des medialen Theiles des Coracoid (bei den Anuren mit am Coracoid festgehefteten Sternum auch mit einzelnen Fasern vom Anfang desselben) und geht an den Humerus, wo er distal hinter der Pars sternalis m. pectoralis (*pst*) an dem Anfange der distalen Hälfte des Humerus, medial vom M. acromio-humeralis (*ah*), inserirt.

1) DUGÈS unterscheidet die in ihrem Ursprunge auf das Sternum übergreifenden Bündel des Coraco-huméral als Xipho-huméral ou Petit pectoral. Einen ausserdem erwähnten sehr kleinen Scapulo-post-huméral, veritable analogue du petit rond (KLOETSKE) habe ich nicht gefunden. RÜDINGER's Beschreibung stimmt nicht vollkommen mit denen früherer Untersucher überein. Einen ausserdem unterschiedenen M. coraco-brachialis s. pars profunda m. pectoralis kann ich nicht vom M. pectoralis trennen.

Innervirt durch einen Ast des N. coraco-brachialis (22).

Der Muskel ist ein Homologon des gleich benannten der Urodelen und unterscheidet sich von diesem nur durch unwesentliche Abweichungen, die einerseits in einem Uebergreifen seines Ursprungs auf sternale Elemente, anderseits in dem Mangel von Fasern bestehen, die am distalen Ende des Humerus inseriren.

12. Coraco-brachialis brevis internus (*cbbi*).

Pronator brachii: ZENKER (No. 111. 112), ANONYMUS.
Unterschulterblattmuskel, Sous-scapulaire, Subscapularis: MECKEL (No. 6), CUVIER, COLLAN (No. 72), KLEIN, PFEIFFER, STANNIUS, ECKER (No. 50), RÜDINGER.
Sous-scapulo-huméral, sous-scapulaire: DUGÈS (No. 71).

Kurzer aber kräftiger Muskel, am Anfange neben dem M. coraco-brachialis longus (*cbl*) liegend, an der Insertion weit von ihm getrennt. Er entspringt vom hintern Rande des lateralen Theiles des Coracoid und von der Innenfläche desselben und des daran stossenden Theiles der Scapula, wobei er den innern Ursprung des M. acromio-humeralis (*ah*) nach hinten begrenzt. Mit convergirenden Fasern geht er an den rudimentären Processus medialis (PM) und an die Beugefläche des Humerus zwischen Processus medialis (PM) und lateralis (PL).

Innervirt durch den Hauptstamm der Nn. coraco-brachiales (22).

Dieser Muskel täuscht in seiner Lage, im Ursprung und in der Insertion vollkommen einen M. subcoracoscapularis vor. Allein seiner Innervirung nach gehört er zu dem ganz andern Systeme der Mm. coraco-brachiales. Er ist aufzufassen als ein indirectes Homologon des M. coraco-brachialis brevis der Urodelen; während jener aber den Schwerpunct seiner Entwickelung auf der Aussenfläche des Coracoid liegen hat, ist er hier auf die Innenfläche dieses Knochens versetzt; ebenso ist auch die Insertion medialwärts verschoben. Der Muskel vertritt insofern räumlich und functionell vollkommen den M. subcoracoscapularis, der den Batrachiern abgeht.

Ein M. brachialis inferior fehlt den Anuren [1].

---

1) Die von CUVIER und STANNIUS angeführten Homologa des M. brachialis inferior (anticus) erscheinen ihrer Lage nach als weit nach unten geschobene und namentlich auf den Vorderarm ausgedehnte Theile dieses Muskels. Sie sind jedoch durch Aeste des N. radialis innervirt und darum nicht als M. brachialis inferior, sondern als Homologa des M. brachio-radialis (Supinator longus) aufzufassen. Von andern Untersuchern ist auch mit Recht die Verschiedenheit vom Brachialis inferior betont worden.

13. Episterno-cleido-acromio-humeralis (*eclah*) [1].

Primum caput m. deltoidei: Zenker (No. 105. 106), Anonymus,
Vorwärtsdreher oder Heber des Arms (Deltoides): Meckel (No. 1).
Pré-sterno-scapulo-huméral, deltoide et surépineux reunis: Dugès (No. 68).
Deltoïde, Deltoideus: Cuvier, Ecker (No. 55), Rüdinger.
Deltoideus und Pars clavicularis anterior m. pectoralis majoris: Collan (No. 69 u. 64).
Cleido-humeralis ($= a + b$) und Deltoideus ($= c$): Klein, Pfeiffer.
Deltoideus und ein von ihm bedeckter tieferer Muskel, der oberhalb des Tuberculum endet: Stannius.

Ansehnlicher Muskelcomplex, der bei den Anuren ohne Episternum (als Cleido-acromio-humeralis) von der Clavicula und dem Acromion, bei den Anuren mit Episternum (als Episterno-cleido-acromio-humeralis) ausserdem noch vom Episternum entspringt und an die ganze Länge des Humerus geht. Nach seinem verschiedenen Ursprunge zerfällt er bei ersteren in einen Cleido-humeralis und Acromio-humeralis, bei letzteren in einen Episterno-humeralis, Cleido-humeralis und Acromio-humeralis. Bei Hyla ist die Trennung nur angedeutet, bei Rana sehr vollkommen ausgebildet.

a) Caput episternale s. M. episterno-humeralis (*eh*). Nur bei den mit einem Episternum versehenen Batrachiern. Langer aber schwacher Muskel, der vom Rande der hintern Hälfte des Episternums, lateral vom M. coraco radialis proprius (*crp*), entspringt und mit convergirenden Fasern an die Streckseite des Oberarms geht. Hier vereinigt er sich mit oberflächlichen Theilen des M. acromio-humeralis (*ah*) und inserirt mit ihnen am distalen Ende des Humerus neben dem Epicondylus ulnaris (EU). Im Bereich des Brustgürtels ist er mit Ausnahme des vorderen Randes vom M. coraco-radialis proprius gedeckt.

b) Caput claviculare s. M. cleido-humeralis (*clh*). Sehr kleiner vom M. coraco-radialis proprius (*crp*) bedeckter Muskel. Er entspringt von dem lateralen Theile der Aussenfläche der Clavicula und verbindet sich nach kurzem Verlaufe mit den tieferen Partien des M. acromio-humeralis (*ah*) um mit diesen an der Streckfläche des proximalen Theiles des Processus lateralis (PL) gegenüber der Pars sternalis m. pectoralis (*pst*) zu inseriren.

---

1) Cuvier unterscheidet drei Partien, die mit den hier aufgestellten ziemlich vollkommen übereinstimmen. Ecker und ihm folgend Rüdinger fassen die beiden ersten Köpfe als P. clavicularis zusammen und bezeichnen den letzten als P. scapularis m. deltoidei.

c) Caput acromiale s. M. acromio-humeralis (Deltoideus inferior) (*ah*). Sehr kräftiger Muskel. Er entspringt von der Aussen- und Innenseite des Processus acromialis Scapulae (A) und geht an die ganze Länge des Humerus von dem distalen Theile der Streckfläche des Processus lateralis (PL) bis herunter zu dem Epicondylus ulnaris (EU). In seiner Mitte wird er von der vereinigten Sehne der Mm. dorsalis scapulae (*ds*) und latissimus dorsi (*dh*), in seiner unteren Hälfte von der des M. coraco-radialis proprius (*crp*) durchbrochen.

Innervation. Das Caput episternale und claviculare wird lediglich von Aesten des N. supracoracoideus (14), das Caput acromiale nur zum kleinsten Theil von diesen, zur Hauptmasse von einem Endaste des N. dorsalis scapulae (33) versorgt.

Der Muskel ist ein weiteres Homologon des M. procoraco-humeralis der Urodelen. Er unterscheidet sich jedoch von diesem durch Aufgeben seiner alten Beziehungen zu dem Procoracoid und Eingehen neuer zu sogenannten secundären Theilen, Clavicula und Episternum[1]. Mit dieser Vergrösserung des Ursprunges ist ein Zerfall verbunden, der zur Bildung von drei ziemlich distincten Partien führt. Die von Episternum und Clavicula kommenden Mm. episterno- und cleido-humerales sind nach ihrer Innervirung dem Systeme der Mm. supracoracoidei zuzurechnen und lassen sich indirect mit den Mm. supra- und infraspinatus vergleichen, der von dem Acromion entspringende M. acromio-humeralis hingegen gehört nur zum kleinsten Theile dieser Muskelgruppe an und ist als Homologon ventraler Partien des M. deltoideus als M. deltoideus inferior aufzufassen. — Jedweder Vergleich des Muskels mit Elementen des M. pectoralis ist vollkommen ausgeschlossen. Den Anuren eigenthümlich ist die nahezu auf die ganze Länge des Humerus ausgedehnte Insertion des M. episterno-cleido-acromio-humeralis und die hierdurch bedingten Beziehungen zu den Sehnen der Mm. coraco-radialis proprius, dorsalis scapulae und latissimus dorsi.

14. Dorso-humeralis (Latissimus dorsi) (*dh*).

Depressor brachii: Zenker (No. 85. 86), Anonymus.
Breiter Rückenmuskel, Grand dorsal, Latissimus dorsi: Meckel (No. 4), Cuvier, Collan, Klein, Pfeiffer, Ecker (No. 49), Rüdinger.
Lombo-huméral, grand dorsal: Dugès (No. 66).
Accessorischer Theil des M. suprascapularis: Stannius.

1) Dass diese Beziehungen nicht ursprünglich, sondern erst durch Differenzirung aus einem einfacheren Zustand entstanden sind, zeigt die Untersuchung sowohl niederer Formen als auch niederer Larvenzustände höherer Formen.

Ziemlich schwacher Muskel an der Seite des Rückens gleich hinter der Scapula, deren hintersten Rand mit seiner vordersten Partie deckend. Sein Ursprung wie seine Breite ist bei den einzelnen Gattungen sehr verschieden [1]. Er entspringt entweder muskulös von Processus transverso-costales (Bufo, Hyla, Pipa) oder dünn aponeurotisch von Processus spinosi (Cystignathus, Rana). Mit convergirenden Fasern geht er nach unten und inserirt, lateral an dem M. anconaeus vorbeilaufend, an der Mitte der Streckfläche des Processus lateralis (PL). Nur bei einzelnen Anuren (Pipa) besitzt er vollkommene Selbständigkeit, bei der Mehrzahl (Bufo, Rana) ist seine Sehne mit der des M. dorsalis scapulae (*ds*) verbunden.

Innervirt durch den N. latissimus dorsi (34).

Der Muskel ist dem Latissimus dorsi der Urodelen zu vergleichen. Bemerkenswerth ist die Veränderlichkeit des Ursprunges, der bald von Processus spinosi, bald von theilweisen Homologen der Rippen, den Processus transverso-costales stattfinden kann. Constantere Beziehungen bieten die Verhältnisse der Insertion dar. Während bei den Urodelen bald ein vollkommenes Eingehen in den M. anconaeus scapularis medialis, bald nur eine theilweise Vereinigung mit diesem Muskel zur Beobachtung kam, indessen die übrigen Theile lateral an ihm nach dem Humerus verliefen, ist bei allen untersuchten Anuren jedwede Beziehung zum M. anconaeus aufgegeben und der von diesem laterale Verlauf des ganzen M. latissimus dorsi unzweifelhaft ausgeprägt. Zu dieser vollkommenen Emancipation von dem M. anconaeus steht in Correlation die in der Regel stattfindende Vereinigung der Insertionstheile mit denen des neben ihm liegenden M. dorsalis scapulae, ein Verhältniss, das einzelne Autoren (Zenker, Stannius) verführt hat, in dem Latissimus dorsi einen accessorischen Theil des M. dorsalis scapulae zu erkennen. Durch diese Beziehungen bieten die Anuren den Endpunct einer von den Urodelen her verfolgbaren Entwicklungsweise, die keine Anknüpfungen an die Verhältnisse bei den höheren Wirbelthieren darbietet [2].

---

1) Er entspringt bei Bufo und Hyla schmal vom Processus tranverso-costalis II., bei Cystignathus von der Aponeurose, welche die Rückenmuskeln deckt und bis an die Processus spinosi geht, bei Rana vom Processus spinosus III—V., bei Pipa von der breiten Platte des letzten Processus transverso-costalis (Klein). — Ueber seine Beziehungen zum M. obliquus abdominis externus, die nur secundärer Natur sind, vergleiche Klein, Ecker etc.

2) Theilweise auszunehmen sind die Chelonier, bei denen auch eine Vereinigung des M. latissimus dorsi mit dem M. deltoideus zur Beobachtung kommt.

15. Dorsalis scapulae (*ds*)[1].

Scapularis: ZENKER (No. 85. 86), ANONYMUS.
Auswärtsroller oder äusserer Schulterblattmuskel MECKEL (No. 2).
Adscapulo-huméral, sous épineux et grand rond: DUGÈS.
Sous-épineux et sur-épineux, Supra- et Infraspinatus CUVIER, RÜDINGER.
Scapularis (Supra- u. Infraspinatus): KLEIN, PFEIFFER.
Suprascapularis: STANNIUS.
Infraspinatus, Homologon des Infraspinatus, Teres minor und major: ECKER (No. 51).

Breiter und ansehnlicher Muskel auf der Aussenfläche des dorsalen Brustgürtels. Er entspringt von dem ganzen Suprascapulare mit Ausnahme des oberen Randes und geht mit stark convergirenden Fasern senkrecht nach unten. Seine kräftige Endsehne verbindet sich (mit Ausnahme von Pipa) mit der des M. latissimus dorsi (*dh*) und geht gemeinsam mit dieser zwischen der oberflächlichen und tiefen Partie des M. acromio-humeralis (*ah*) sich einschiebend, an die laterale (Streck-) Fläche des Processus lateralis (PL).

Innervirt durch zwei Nn. dorsales scapulae, von denen der vordere zugleich den M. acromio-humeralis, der hintere den M. latissimus dorsi mit versorgt (31).

Der Muskel ist ein Homologon des gleichbenannten der Urodelen, von dem er sich durch seine, nicht stets bestehende, Vereinigung mit der Sehne des M. latissimus dorsi und durch seine Beziehungen zu dem M. acromio-humeralis unterscheidet; seine Betheiligung an letzteren ist übrigens nur passiver Art. Eine Vergleichung mit den Mm. supra- und infraspinatus ist daher wie bei den Urodelen vollkommen ausgeschlossen, und nur eine Homologisirung mit Elementen des M. deltoideus (M. deltoideus superior) und teres minor zulässig. Gegen eine Homologie mit Elementen des M. teres major sprechen die schon bei der Beschreibung und Deutung des N. dorsalis scapulae angeführten Gründe.

---

1) MECKEL giebt bei Pipa eine Trennung in zwei Hälften (Ober- und Untergrätenmuskel) an.

16. Anconaeus (*a*)[1].

Anconaeus: ZENKER (No. 113. 114), ANONYMUS.
Dreibäuchiger Strecker, Triceps brachial, Triceps brachii: MECKEL (No. 6), CUVIER, KLEIN, PFEIFFER, ECKER, RÜDINGER.
Scapulo-bi-huméro-olecranien: DUGÈS (No. 75).
Streckmuskelmasse des Vorderarms: STANNIUS.

Kräftige Muskelmasse an der Streckfläche des Oberarms, die theilweise vom Brustgürtel, theilweise vom Humerus entspringt und folgende Theile unterscheiden lässt:

a) Anconaeus scapularis medialis (*asm*). Kräftiger von dem hintern Rande der Scapula entspringender Kopf, der medial von der Sehne der vereinigten Mm. dorsalis scapulae (*ds*) und latissimus dorsi (*dh*) sowie dem N. radialis (28) liegt und noch im Bereiche der proximalen Hälfte des Oberarms sich mit dem A. humeralis lateralis (*ahl*) vereinigt.

b) Anconaeus humeralis lateralis (*ahl*). Ansehnlicher Kopf, der von der ganzen Länge der lateralen Fläche des Humerus mit Ausnahme des proximalen Endes entspringt und nach der Beugeseite zu an den M. acromio-humeralis (*ah*) angrenzt.

c) Anconaeus humeralis medialis (*ahm*). Kleiner als der vorige. Er entspringt nur von der distalen Hälfte der medialen Fläche des Humerus.

d) Anconaeus humeralis brevis (z. Th. Subanconaeus). Sehr kleiner vom distalen Ende des Humerus zwischen den Mm. anconaeus humeralis lateralis (*ahl*) und medialis (*ahm*) entspringender Theil.

Alle Köpfe vereinigen sich zu einem mächtigen Muskel, der sich am proximalen Ende des ulnaren Theiles des Antibrachium (Olecranon), häufig ein Sesambein (Patella ulnaris) einschliessend, anheftet. Tiefere Fasern des Anconaeus humeralis brevis stehen auch zur Kapsel des Ellenbogengelenks in Beziehung.

Innervirt durch sehr verschieden entspringende Rr. musculares n. radialis (40).

1) ZENKER unterscheidet ein Caput medium s. longissimum, internum und externum, COLLAN ein Caput longum s. posterius s. M. anconaeus longus, ein C. externum s. M. anconaeus externus und ein C. internum s. M. anconaeus internus, STANNIUS einen Anconaeus longus und zwei vom Humerus entstehende Köpfe, ECKER einen langen, medialen, lateralen und ausserdem einen kurzen vierten Kopf (Subanconaeus), RÜDINGER einen äusseren, innern und langen Kopf. Mangel des Caput internum (und Ersatz desselben durch den sogenannten Extensor magnus) hat KLEIN bei Cystignathus beobachtet.

Der M. anconaeus der Anuren stimmt nicht vollkommen mit dem der Urodelen überein. Er unterscheidet sich einmal von diesem durch den Mangel eines jeden Homologon des M. anconaeus coracoideus, ferner durch die Entwickelung eines neuen humeralen Kopfes, des M. anconaeus humeralis brevis, der sich, wie durch Untersuchung von jungen Thieren nachgewiesen wird, aus dem M. anconaeus humeralis medialis differenzirt hat, endlich durch die Aufgabe jedweder Beziehungen zum M. latissimus dorsi. Letzteres Verhältniss ist bedingt durch eine von der bei den Urodelen abweichenden Bildung des M. anconaeus scapularis medialis. Während bei diesen die Nn. radiales medial an ihm vorbeiliefen, kommt hier das umgekehrte Verhältniss zur Beobachtung: der Muskel liegt medial von den Nerven. Eine Aufklärung dieses verschiedenen Verhaltens ist zur Zeit durch die Untersuchung noch nicht gefunden, da Mittelstufen bei den untersuchten Urodelen und Anuren nicht vorliegen[1]. Wahrscheinlich[2]) ist, dass ursprünglich, ehe noch phylogenetisch eine Trennung in Urodelen und Anuren stattgefunden hatte, den Amphibien ein von dem N. radialis durchbohrter M. anconaeus subscapularis medialis zukam. Durch Verkümmerung der medial vom Nerv gelegenen Elemente entstand dann der Anconaeus scapularis medialis der Urodelen, durch Verkümmerung der lateralen Theile der gleichbenannte Muskel der Anuren. Gegen eine Vergleichung des M. anconaeus scapularis medialis der Anuren mit dem M. anconaeus coracoideus der Urodelen, die Rüdinger befürwortet, spricht die abweichende Beziehung des letzteren zu den Nn. brachiales longi inferiores. Eine directere Homologisirung mit dem M. anconaeus longus des Menschen ist durch sein Verhalten zum M. latissimus dorsi und N. radialis unbedingt verboten[3]). Dagegen stehen die Mm. anconaeus humeralis lateralis und medialis in näherer Beziehung zu den Mm. anconaeus externus und internus des Menschen, ebenso wie tiefere an der Kapsel inserirende Partien des M. anconaeus humeralis brevis zu dem M. subanconaeus desselben.

1) Möglicher Weise kann eine Untersuchung von Microps zur Aufklärung dieser Frage beitragen.

2) Diese Annahme wird übrigens durch die Verhältnisse bei den Selachiern und, wennn auch in weniger überzeugender Weise, bei den Crocodilen unterstützt

3) Unbegreiflich ist Rüdinger's Behauptung: »Im Allgemeinen kann eine vollständigere Uebereinstimmung zwischen dem Triceps der ungeschwänzten Batrachier und dem dreiköpfigen Streckmuskel des Vorderarms beim Menschen und den Säugethieren nicht gedacht werden. Lage des Muskels, Ursprung, Ansatz und Wirkung stimmen vollständig mit dem menschlichen Triceps überein«. Die abweichende Lage zum M. latissimus dorsi (ganz abgesehen vom N. radialis) muss auch dem oberflächlichsten Beobachter einleuchten.

Erklärung der Abbildungen.

Auf allen Tafeln ist die rechte Seite der betreffenden Thiere abgebildet.

Die Knochen sind durch gerade grosse lateinische Buchstaben[1]), die Hauptstämme der Kopfnerven durch schräge grosse lateinische Buchstaben, die Hauptstämme der Spinalnerven durch römische Zahlen, deren Aeste durch arabische Zahlen, die Muskeln durch kleine lateinische Buchstaben bezeichnet.

Ein rother Abdruck unterscheidet die Muskeln von den andern Theilen.

Auf den Abbildungen der Plexus brachialis sind die Nn. brachiales inferiores und thoracici inferiores weiss, die Nn. brachiales superiores grau, die Nn. thoracici superiores schwarz dargestellt.

Taf. XIV.

Nerven für die Schultermuskeln der Amphibien.

Für alle Figuren dieser und der 4 folgenden Tafeln gültige Bezeichnungen für die Nerven:

a) Kopfnerven:

τρ Aeste des N. trigeminus.
πρ Aeste des N. facialis.

V Vagus-Gruppe:

α R. accessorius n. vagi.
σ R. scapularis n. vagi.
φ R. pharyngeus.
γλ R. lingualis.
ω R. auricularis.
ε R. intestinalis.
κ R. communicans c. nervo faciali.

b) Spinalnerven:

I, II, III, IV, V Ventrale Aeste der Nn. spinales.

1 Aeste des N. spinalis I. an die ventrale und hypaxonische Rumpfmuskulatur.
2 N. thoracicus superior I.
3 Aeste des N. spinalis II. an die Rumpfmuskulatur und die Haut des Halses.
4 N. thoracicus superior II.
5 N. thoracicus inferior II. anterior.
6 Ast des N. spinalis II. für den M. rectus und obliquus abdominis (N. thoracicus inferior II. posterior).
7 N. thoracicus superior III.
8 Ast des N. spinalis III. für die Bauchmuskeln (N. thoracicus inferior III.).
9 N. thoracicus superior IV.
10 Aeste des N. spinalis IV. für die Bauchmuskeln und den M. abdominiscapularis (N. thoracicus inferior IV.).
11 Aeste des N. spinalis V. für die Bauchmuskeln.
12 N. supracoracoideus.

1) Durch Versehen des Lithographen sind auf Taf. XV u. XVI die Knochen mit schrägen grossen lateinischen Buchstaben bezeichnet worden.

13 Ast für die Mm. supracoracoideus und coraco-radialis proprius.
14 Ast für den M. procoraco-humeralis (Urodelen) und episterno–cleido-acromio-humeralis (Anuren).
15 Ast für die Haut zwischen Coracoid und Procoracoid (Proteus).
16 Ast für den Rectus abdominis (Rana) (N. thoracicus inferior III. posterior?).
17 Nn. pectorales.
18 Ast für die Haut der Brust.
19 Aeste für den M. pectoralis.
20 Ast für den M. obliquus abdominis externus (Proteus).
21 N. brachialis longus inferior.
22 Nn. coracobrachiales.
23 R. superficialis n. brachialis longi inferioris (Urodelen).
24 Aeste für den M. humero-antibrachialis inferior (Urodelen).
25 N. cutaneus brachii inferior medialis.
26 N. cutaneus brachii inferior lateralis.
27 Ast an die Beugemuskeln des Vorderarms und an die Beuge der Hand
28 R. profundus n. brachialis longi inferioris (Urodelen).
29 N. subscapularis (Urodelen).
30 N. dorsalis scapulae.
31 Aeste für den M. dorsalis scapulae.
32 Nn. cutanei brachii superiores laterales.
33 Ast für den M. procoraco-humeralis (Urodelen) und acromio-humeralis (Anuren).
34 Nn. latissimi dorsi.
(35 + 38) N. brachialis longus superior s. radialis (Anuren).
35 N. brachialis longus superior profundus s. radialis profundus (Urodelen).
36 Aeste für den M. anconaeus.
37 Ast für die Streckseite des Vorderarms und der Hand.
38 N. brachialis longus superior superficialis s. radialis superficialis (Urodelen).
39 Kleiner Hautnerv an den lateralen Theil der Streckseite des Oberarms.
40 Aeste an den M. anconaeus.
41 N. cutaneus brachii et antibrachii superior.
42 N. cutaneus brachii superior medialis.
43 Hautäste, die weder von Kopfnerven noch vom Plexus brachialis abstammen.

Fig. 1. **Vagus-Gruppe und Plexus brachialis von Salamandra maculata.** Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{4}{1}$.

Fig. 2. **Seltenerer Ursprung des N. pectoralis von Salamandra maculata.** Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{4}{1}$.

Fig. 3. **Plexus brachialis von Siredon Axolotl.** Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{4}{1}$.

Fig. 4. **Plexus brachialis von Proteus anguineus.** Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{4}{1}$.

Fig. 5. **Vagus-Gruppe und Plexus brachialis von Rana esculenta.** Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{3}{1}$.

Fig. 6. **Seltenere Verbindung des N. spinalis II. und III. im Plexus brachialis von Rana esculenta.** Ventral-Ansicht. Grössenverhältniss $\frac{3}{1}$.

Taf. XV und XVI.

Schultermuskeln von Salamandra maculata.

Taf. XV stellt Seiten-, Taf. XVI Ventralansichten in doppelter Vergrösserung dar.

Für alle Figuren dieser beiden Tafeln gültige Bezeichnungen:

Knochen:

S Scapula.
Pr Procoracoid.
C Coracoid.
FC Foramen coracoideum.
St Sternum.
H Humerus.
PL Processus lateralis humeri.
PM Processus medialis humeri.
CR Condylus radialis humeri.
CU Condylus ulnaris humeri.
R Radius.
U Ulna.

Nerven:

Vergleiche die Bezeichnungen von Taf. XIV.

Muskeln:

cds M. capiti-dorso-scapularis (Cucullaris).
bs M. basi-scapularis (Levator scapulae).
ths M. thoraci-scapularis (Serratus magnus).
ths, Untere Partie } desselben.
ths,, Obere Partie } desselben.
psi M. pectori-scapularis internus.
p M. pectoralis.
spc M. supracoracoideus.
crp M. coraco-radialis proprius.
cbl M. coraco brachialis longus.
cbb M. coraco-brachialis brevis[1]).
hai M. humero-antibrachialis inferior (Brachialis inferior).
ph M. procoraco-humeralis.
dh M. dorso-humeralis (Latissimus dorsi).
ds M. dorsalis scapulae.
sbc M. subcoracoideus.
a M. anconaeus.
ac M. anconaeus coracoideus.
asm M. anconaeus scapularis medialis.
ahl M. anconaeus humeralis lateralis.
ahm M. anconaeus humeralis medialis.
dg M. digastricus.
dtr M. dorso-trachealis.
mha M. mylo-hyoideus anterior.

1) In Fig. 21 fälschlich mit *sbb* bezeichnet.

mhp M. mylo-hyoideus posterior.
oae M. obliquus abdominis externus.
ra M. rectus abdominis.
sth M. sterno-hyoideus.

Fig. 7. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut.

Fig. 8. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. mylo-hyoidei anterior und posterior (*mha* und *mhp*), digastricus (*dg*) und pectoralis (*p*).

Fig. 9. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. dorso-trachealis (*dtr*), supracoracoideus (*spc*), coraco-radialis proprius (*crp*), procoraco-humeralis (*ph*) und latissimus dorsi (*dh*).

Fig. 10. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. capiti-dorso-scapularis s. cucullaris (*cds*) und coraco-brachialis longus (*cbl*).

Fig. 11. Schultermuskeln nach Wegnahme des M. dorsalis scapulae (*ds*).

Fig. 12. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachialis brevis (*cbb*), anconaeus scapularis medialis (*asm*) und anconaeus humeralis lateralis (*ahl*).

Fig. 13. Tiefe Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus und seiner Muskulatur. Der Brustgürtel und das Brustbein sind durchsichtig gedacht, um die darunter liegenden Muskeln sichtbar zu machen, und ihre Umrisse durch Punctlinien angegeben.

Fig. 14. Brustgürtel, Brustbein und Oberam mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Die an der Aussenfläche liegenden sind durch einfache Linien, die an der Innenfläche liegenden durch Punctlinien angedeutet. Ein *o* neben dem Muskelnamen bedeutet Ursprung, ein *i* Insertion.

Fig. 15. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut. Vergleiche Fig. 7.

Fig. 16. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. mylo-hyoidei anterior und posterior (*mha* und *mhp*), digastricus (*dg*) und pectoralis (*p*). Vergleiche Fig. 8.

Fig. 17. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. dorso-trachealis (*dtr*), supracoracoideus (*spc*) und des Muskeltheils des M. coraco-radialis proprius (*crp*).

Fig. 18. Schultermuskeln nach Wegnahme der Endsehne des M. coraco-radialis proprius (*crp*), des M. procoraco-humeralis (*ph*) und des latissimus dorsi (*dh*). Vergleiche Fig. 9.

Fig. 19. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. capiti-dorso-scapularis s. cucullaris (*cds*), coraco-brachialis longus (*cbl*) und dorsalis scapulae (*ds*). Vergleiche Fig. 11.

Fig. 20. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachialis brevis (*cbb*), anconaeus scapularis medialis (*asm*) und anconaeus humeralis lateralis (*ahl*). Vergleiche Fig. 12.

Fig. 21. Brustgürtel, Brustbein und Oberarm mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Vergleiche Fig. 14[1].

1) Für den Ursprung des M. subcoracoideus ist die Bezeichnung *sbc*° vergessen worden.

Taf. XVII und XVIII.

Schultermuskeln von Rana esculenta[1]).

Taf. XVII. stellt Seiten-, Taf. XVIII. Ventral-Ansichten im Masstabe von ⅔ dar.

Für alle Figuren dieser beiden Tafeln gültige Bezeichnungen:

Knochen:

S	Scapula.	H	Humerus.
A	Acromion.	PL	Processus lateralis humeri.
SS	Suprascapulare.	CrL	Crista lateralis humeri.
Pc	Procoracoid.	PM	Processus medialis humeri.
C	Coracoid.	ER	Epicondylus radialis.
Ec	Epicoracoid.	EU	Epicondylus ulnaris.
Cl	Clavicula.	R	Radius.
St	Sternum.	U	Ulna.
Est	Episternum.		

Nerven:

Vergleiche die Bezeichnungen von Taf. XIV.

Muskeln:

cs M. capiti-scapularis (Cucullaris).
is M. interscapularis.
bss M. basi-suprascapularis (Levator scapulae inferior).
pss M. petroso-suprascapularis (Levator scapulae superior).
rha M. occipiti-suprascapularis (Rhomboideus anterior).
ths M. thoraci-scapularis (Serratus magnus inferior).
thss M. thoraci-suprascapularis (Serratus magnus superior).
rhp M. rhomboideus posterior.
as M. abdomini-scapularis.
p M. pectoralis.
- *pa* M. pectoralis abdominalis.
- *pst* M. pectoralis sternalis.
- *pe* M. pectoralis epicoracoideus.

crp M. coraco-radialis proprius.
cbl M. coraco-brachialis longus.
cbbi M. coraco-brachialis brevis internus.
eclah M. episterno-cleido-acromio-humeralis.
- *eh* M. episterno-humeralis.
- *clh* M. cleido-humeralis.
- *ah* M. acromio-humeralis.

dh M. dorso-humeralis (Latissimus dorsi).
ds M. dorsalis scapulae.
a M. anconaeus.
- *asm* M. anconaeus scapularis medialis.
- *ahl* M. anconaeus humeralis lateralis.
- *ahm* M. anconaeus humeralis medialis.

1) Behufs der deutlicheren Darstellung der ventralen Muskeln auch auf den Seitenansichten wurde ein trächtiges Weibchen gewählt.

dg M. digastricus.
mh a M. mylo-hyoideus anterior.
mh p M. mylo-hyoideus posterior.
o a e M. obliquus abdominis externus.
tr a M. transversus abdominis.
r a M. rectus abdominis.
oh M. omo-hyoideus.
st b M. sternalis brutorum s. rectus sterni.

Fig. 22. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut.

Fig. 23. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. mylo-hyoidei anterior und posterior (*mh a* und *mh p*), digastricus (*dg*), pectoralis abdominalis (*p a*) und pectoralis epicoracoideus (*p e*).

Fig. 24. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-radialis proprius (*c r p*), pectoralis sternalis (*p st*), episterno-cleido-acromio-humeralis (*e cl a h*) und latissimus dorsi (*d h*).

Fig. 25. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachialis longus (*c b l*) und dorsalis scapulae (*d s*).

Fig. 26. Schultermuskeln nach Wegnahme der hintern Kiefertheile und der Mm. coraco-brachialis brevis internus (*c b b i*) und anconaeus (*a*).

Fig. 27. Tiefe Schultermuskeln nach Wegnahme des Humerus und seiner Muskulatur. Der Brustgürtel und das Brustbein sind durchsichtig gedacht, um die darunter liegenden Muskeln sichtbar zu machen, und ihre Umrisse durch Punctlinien angegeben.

Fig. 28. Brustgürtel, Brustbein und Oberarm mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Die an der Aussenfläche liegenden sind durch einfache Linien, die an der Innenfläche liegenden durch Punctlinien angedeutet. Ein *o* neben dem Muskelnamen bedeutet Ursprung, ein *i* Insertion.

Fig. 29. Schultermuskeln nach Wegnahme der Haut. Vergleiche Fig. 22.

Fig. 30. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. mylo-hyoidei anterior und posterior (*mh a* und *mh p*), des sogenannten sternalis brutorum (*st b*) und pectoralis abdominalis (*p a*).

Fig. 31. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. digastricus (*dg*) und pectoralis epicoracoideus (*p e*). Vergleiche Fig. 23.

Fig. 32. Schultermuskeln nach Wegnahme des Muskeltheils des M. coraco-radialis proprius (*c r p*).

Fig. 33. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. pectoralis sternalis (*p st*), episterno-cleido-acromio-humeralis (*e cl a h*) und latissimus dorsi (*d h*). und der Endsehne des M. coraco-radialis proprius. Vergleiche Fig. 24.

Fig. 34. Schultermuskeln nach Wegnahme der Mm. coraco-brachialis longus (*c b l*) und dorsalis scapulae (*d s*). Vergleiche Fig. 25.

Fig. 35. Schultermuskeln nach Wegnahme des M. coraco-brachialis brevis internus (*c b b i*).

Fig. 36. Brustgürtel, Brustbein und Oberarm mit Angabe der Ursprünge und Insertionen der Muskeln. Vergleiche Fig. 28.

Ueber die Persistenz der Urniere bei Myxine glutinosa.

Von

Wilhelm Müller.

Nach den Beobachtungen Johannes Müller's (Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Berlin 1845. p. 7) liegt hinter den Kiemen zu beiden Seiten der Cardia der Myxinoiden eine eigenthümliche traubige Drüse. Die rechte trifft man hinter der Bauchfellfalte rechts von der Leber, unter welcher man in den Herzbeutel kommt, die linke kommt in dem Theil des Herzbeutels, worin der Vorhof gelegen ist, über diesem zum Vorschein.

Ihr feinerer Bau ist sehr eigenthümlich. Sie bestehen aus Büscheln sehr kleiner länglicher Lobuli, welche an den Blutgefässen hängen und durch Bindegewebe verbunden sind. Jeder Lobulus oder Cylinder der Büschel besteht aus einer doppelten Reihe von cylindrischen Zellen mit Kernen, die den Zellen des Cylinderepithelium gleichen. Beide Reihen biegen am Ende des zottenförmigen Lobulus in einander um. Zwischen beiden verlaufen die Blutgefässe und ein Strang von Bindegewebe.

Bei den Petromyzon kommt diese Drüse nicht vor. Wenigstens verhält sich die von Rathke beschriebene Drüse, deren feinerer Bau von Bardeleben beschrieben ist, ganz anders. Mayer und Bardeleben vergleichen die Drüse der Petromyzon mit der Milz; die beiden Drüsen der Myxinoiden sind ohne Zweifel die Nebennieren.

Als Analoga der Organe der Myxinoiden lassen sich gewisse weisse Zapfen betrachten, womit die Stämme der hinteren Körpervenen bei Ammocoetes besetzt sind. Sie sind dort von Rathke zuerst gesehen und beschrieben; ich habe sie wiedergesehen.

Die oberen Enden der Ureteren reichen bis nahe an die Nebennieren. Das Ende wird plötzlich dünn und zieht sich, nachdem es die Höhlung verloren hat, in einen feinen Strang von Bindegewebe aus, der

keine Höhlung mehr enthält und welcher das einzige ist, was die Richtung noch weiter entgegen den Nebennieren verfolgt.

Sowohl die Beschreibung als die Deutung Johannes Müller's erweisen sich bei genauerer Prüfung als irrthümlich. Präparirt man bei einer gut konservirten Myxine mit Hülfe der Loupe unter Weingeist die Aorta von der Vorderfläche der Chorda ab, so lässt sich der Verlauf der beiden Ureteren mit den zugehörigen kurzen Harnkanälchen leicht übersehen. Am oberen Ende geht jeder Ureter in einen schmalen Gang über. Dieser Gang zeigt eine kurze Strecke nach seinem Abgang vom Ureter eine flache etwas unebene Anschwellung von weisslicher Farbe. Hinter dieser Anschwellung wird der Gang noch feiner als vorher; er lässt sich in dieser verschmälerten Gestalt bis zu dem unteren Ende der länglichen Drüse verfolgen, welche oberhalb des Vorhofs resp. des Pfortaderherzens in der Bauchhöhle liegt. Der Gang nimmt hier rasch an Dicke zu und theilt sich in zwei bis drei Aeste, welche sofort alle Eigenschaften der Kanälchen besitzen, aus welchen die fraglichen Drüsen sich zusammensetzen.

Die mikroskopische Untersuchung des Ureter ergiebt, dass dessen Schleimhaut in zahlreichen Falten erhoben ist, welche labyrinthförmig untereinander zusammenhängen. Sie wird von einem einschichtigen cylindrischen Epithel bekleidet, welches namentlich auf der Höhe der einzelnen Falten intensiv braungelb pigmentirt ist. Die kurzen Harnkanälchen, welche vom Ureter entspringen, besitzen ein einschichtiges pigmentloses Cylinderepithel; am Uebergang in die den Glomerulus beherbergende Erweiterung sind sie etwas verengt und eine Strecke weit mit höheren und schmäleren Zellen versehen. Die Innenfläche der Kapsel ist gleich der Oberfläche des Glomerulus von einem ganz flachen schwer wahrnehmbaren kernhaltigen Epithel bekleidet.

Hinter der Abgangsstelle des letzten Harnkanälchens reducirt sich der Durchmesser des Ureter um die Hälfte. Zugleich glätten sich die Falten der Schleimhaut und das Epithel wird niedriger, behält aber seine braungelbe Pigmentirung. Dieser Abschnitt ist, wie Querschnitte ergeben, hohl; er giebt nach kurzem Verlauf einem Kanälchen Ursprung, welches alsbald in eine mässige Zahl gewundener Schläuche sich auflöst. Die letzteren umgeben die Fortsetzung des Ureter und verdecken sie eine Strecke weit, durch sie wird die weissliche etwas unebene Anschwellung bedingt, welche man im Verlauf des Ganges wahrnimmt. Sie bestehen aus einer Membrana propria und einem einschichtigen schwach gelblich pigmentirten niedrigen Cylinderepithel. Vor Allem aber sind diese Kanälchen ausgezeichnet durch die Anwesenheit concentrisch geschichteter Concretionen in ihrem Lumen, welche stark

glänzend, zum Theil im Centrum mit einem schwarzen Kern versehen sind. Ihre Grösse ist verschieden, die kleinsten messen 0.01, die grössten erreichen 0.1 Mm. Die ganze Länge der Auftreibung, welche die Fortsetzung des Ureter im Bereich dieser gewundenen, Concremente führenden Kanälchen darbietet, beträgt etwa 1 Mm., die Dicke ist viel geringer.

Hinter dem Abgang des Kanälchens, welches in die Concremente führenden Schläuche sich auflöst, verengt sich die Fortsetzung des Ureter nochmals beträchtlich, so dass sie nur eben dem freien Auge als ein schmaler weisslicher Faden sichtbar bleibt. Dieser Faden ist aber nicht solid und bindegewebig, wie Johannes Müller irrthümlich glaubte, sondern hohl und ausgekleidet von einem niedrigen ganz leicht gelblich pigmentirten Pflasterepithel in einschichtiger Lage. Dieser Gang erstreckt sich, fortwährend mit schmalem Lumen versehen, bis zum unteren Ende der über dem Vorhof resp. dem Pfortaderherz liegenden Drüse. Es giebt ganz kurz vor seinem Uebergang in die Kanälchen der letzteren nochmals einem schmalen aber ziemlich langen Harnkanälchen Ursprung, welches in eine mit Glomerulus versehene Kapsel sich endigt.

Am unteren Ende der beiden Drüsen theilt sich jeder der schmalen Gänge in zwei bis drei Aeste. In diesen wird das Epithel alsbald wieder hoch, cylindrisch, leicht gelblich pigmentirt, während das Lumen sich erweitert. Umgeben werden dieselben von zarter Bindesubstanz mit Gefässen. Jeder Ast giebt mehreren Kanälchen Ursprung, welche alsbald starke Windungen machen, aus einer dünnen Membrana propria mit aufsitzendem einschichtigen Cylinderepithel bestehen und von einem Capillarnetz mit den entsprechenden bindegewebigen Adventiten umsponnen werden. Gruppen solcher gewundener Kanälchen sind hier und da durch Bindegewebszüge von den anliegenden gesondert; die Drüse erhält dadurch an der Oberfläche ein unvollkommen gelapptes Ansehen. An der medialen Fläche der Drüse entsendet ein Theil der gewundenen Kanälchen seitliche Divertikel, welche alsbald nach kurzer Verengerung zu Kapseln sich erweitern, in welche je ein Glomerulus hineinragt. Solcher mit Gefässknäueln versehener Kapseln besitzt jede der beiden Drüsen sechs bis acht. Nach Abgabe der seitlichen Divertikel verlaufen die Kanälchen, hier und da dichotomisch sich theilend, gewunden gegen die Fläche des Bauchfells und münden schliesslich mit einer nicht unbedeutenden Anzahl freier Mündungen in die Bauchhöhle aus. An der Ausmündungsstelle erhält das Epithel der Kanälchen eine beträchtliche Grösse und geht continuirlich in das cylindrische rasch sich abflachende Epithel des anliegenden Bauchfellabschnitts über. Jede einzelne Ausmündung ist über das Niveau des anliegenden Bauchfells etwas erhoben;

zwischen der dem Bauchfell angehörenden und der das Kanälchen auskleidenden Epithellage erstreckt sich eine zarte Bindesubstanzlamelle mit Capillargefässen. Die Mündungen der Kanälchen sind zahlreich und schon bei mässiger Loupenvergrösserung als feine Grübchen am Ende der prominirenden Drüsenkanälchen wahrnehmbar.

Die in Rede stehende Drüse kann nur für die Urniere gehalten werden. Diese Annahme gründet sich 1) auf das Vorkommen der einen Glomerulus enthaltenden Kapseln, 2) auf die Uebereinstimmung der gewundenen Kanälchen nach Lage und Bau mit den Urnierenkanälchen der Fische und Amphibien, 3) auf den Zusammenhang der Kanälchen mit der Verlängerung des Ureter, welche dem Urnierengang entspricht.

Die Richtigkeit dieser Deutung geht ausserdem hervor aus dem Verhalten, welches die Urniere bei den Neunaugen zeigt. Die Urniere tritt bei den Embryonen dieser Thiere sehr frühe auf; sie erhält sich zugleich sehr lange, so dass sie bei Larven von 6 Centimeter Länge noch leicht aufzufinden ist. Der Urnierengang bildet auch bei diesen Thieren eine Verlängerung des Ureter, aus welch' Letzterem die bleibenden Harnkanälchen hervorsprossen, welche nach mehrfachen Windungen in einer mit einem Glomerulus versehenen Kapsel endigen. Der Urnierengang spaltet sich an seinem Ende in drei bis vier Aeste, welche wie bei Myxine in gewundene, ziemlich weite, mit cylindrischem Epithel ausgekleidete Röhren sich fortsetzen. Diese Röhren münden wie bei Myxine schliesslich mit offenen Enden in die Bauchhöhle aus, indem das Epithel schmäler und höher wird und lange ungemein deutliche Cilien an seinen freien Rändern trägt. Solcher Enden existiren aber bei sämmtlichen Petromyzonarten jederseits nur drei bis vier; die Endstücke springen auch hier über die Fläche des angrenzenden Bauchfells vor; in Folge meist vorhandener seitlicher Abflachung stellen sie rinnenartige wimpernde Furchen oder Quasten dar. Was aber die Drüse der Neunaugen und jene der Myxine glutinosa unterscheidet, ist der Umstand, dass bei Petromyzon ein grosser Glomerulus an deren medialen Fläche frei in die Bauchhöhle vorragt, nur von einer einfachen sehr zarten Schicht des flachen Bauchfellepithels überzogen, ohne in directen Zusammenhang mit den gewundenen Kanälchen zu treten. Dies ist aber dasselbe Verhältniss, welches zwischen Glomerulus und Urnierenkanälchen der Amphibien besteht, wie die Beobachtungen von Wittich's gezeigt haben.

Die Urniere persistirt bei Petromyzon Planeri in ganzer Ausdehnung so lange, bis dessen Larven eine Länge von 6 Centimeter erreicht haben. Ist letzteres geschehen, so beginnt die Rückbildung der gewundenen Kanälchen und zwar durch das Auftreten eines lebhaft braungelb ge-

färbten krystallinischen Infarkts, welcher in den Epithelien der Drüsenkanälchen seinen Sitz hat. Das Auftreten dieses Infarkts steht in Zusammenhang mit einer Umwandlung der zwischen den Urnierenkanälchen ursprünglich verlaufenden venösen Gefässe in ein Geflecht ächter kavernöser Hohlräume. In dem Masse, in welchem der braune Infarkt in den Zellen der Urnierenkanälchen zunimmt, verengt sich deren Durchmesser, bis schliesslich die Infarkt haltenden Zellen dem vollständigen Schwund anheimfallen und der Verlauf einzelner Urnierenkanälchen nur durch schmale gelbes Pigment führende Bindegewebszüge noch angedeutet wird. Demselben Schwund wie die Urnierenkanälchen verfällt der Urnierengang bis zum Abgang der obersten Harnkanälchen von dem zum Ureter sich gestaltenden bleibenden Abschnitt. Es entgehen aber dem Schwund die Enden der Urnierenkanälchen mit ihren flimmernden frei in die Bauchhöhle ragenden Oeffnungen; es entgeht dem Schwund ferner der Glomerulus. Beide persistiren bei sämmtlichen Neunaugen das ganze Leben hindurch; sie stellen die weisslichen Zapfen dar, welche Rathke und Johannes Müller schon gesehen haben und an welchen der Scharfblick Max Schultze's bereits in sehr frühen Entwicklungsstadien Flimmerepithel nachzuweisen vermochte.

Die Persistenz der Urniere, das Vorkommen eines concrementhaltigen Abschnitts, endlich die an embryonale Form erinnernde Gestaltung der Niere sind Momente, durch welche das uropoetische System der Myxine von jenem der übrigen Wirbelthiere sich unterscheidet. Es muss ein Grund vorhanden sein, durch welchen dieses abweichende Verhalten bedingt wird. In Bezug auf die Vorstellungen, welche man über diesen Grund sich machen kann, muss die Einfachheit hervorgehoben werden, mit welcher die Thatsachen vom Standpuncte der Descendenztheorie aus sich erklären lassen. Concrementhaltige Abschnitte finden sich im uropoetischen System sowohl bei Würmern als bei Tunikaten sehr verbreitet vor. Das Rudiment eines solchen Abschnitts, welches dem oberen Ende der Niere von Myxine angefügt ist, kann als ein Erbstück betrachtet werden, welches den geeigneten Boden für eine weitere Entwicklung nicht mehr gefunden hat.

Es entwickelt sich aber ferner die Niere der Wirbelthiere zu einer Zeit, in welcher die Urniere einen vorgeschrittenen Grad der Ausbildung bereits erreicht hat und es erfolgt die Rückbildung der letzteren nach einer Periode der gleichzeitigen Existenz beider Organe. In dieser Beziehung lässt Myxine glutinosa sich auffassen als der erhalten gebliebene Repräsentant einer formenreichen Wirbelthierklasse, in welcher das den höheren Wirbelthieren eigenthümliche Verhalten des uropoetischen Systems in der Anbahnung noch begriffen war. Es entspricht das bleibende

Verhalten des uropoetischen Systems dieses Thieres einem vorübergehenden Stadium im embryonalen Leben der höheren Wirbelthiere; Phylogenese und Ontogenese müssen aber in den wesentlichen Puncten sich decken, wenn die Descendenztheorie auf richtiger Grundlage beruht.

Die ausführliche Darstellung dieser Verhältnisse zugleich mit den belegenden Abbildungen wird eine Arbeit über Bau und Verwandtschaft des Amphioxus bringen.

Jena, 1. Mai 1872.

Ueber die Hypobranchialrinne der Tunikaten und deren Vorhandensein bei Amphioxus und den Cyklostomen.

Von

Wilhelm Müller.

Als Hypobranchialrinne wird in der nachstehenden Mittheilung der gegen die Kiemenhöhle offene Halbkanal bezeichnet, welcher bei allen Tunikaten längs der ventralen Fläche der Athmungshöhle vom Mund in der Richtung gegen den Oesophaguseingang sich erstreckt. Das Organ ist zuerst von Cuvier beschrieben worden; Savigny nnd Eschricht haben die beiden Lamellen, welche seine seitliche Begrenzung bilden, als Bauchfalten bezeichnet. Huxley hat davon einen längs der unteren Fläche des Organs verlaufenden weissen Streifen unterschieden und als Endostyl bezeichnet, welcher nach ihm sowohl bei Salpen als auch bei Ascidien und Pyrosomen sich findet. Leuckart hat im Gegensatz zu Heinrich Müller die Darstellung Huxley's für die Salpen acceptirt, zugleich aber erheblich zu modificiren gesucht, indem nach seiner Beschreibung das Endostyl hohl und im Inneren von Epithel ausgekleidet, zugleich nur an seinem vorderen Ende mit der Kiemenhöhle in Communikation sein soll. Für die Ascidien hat Richard Hartwig, wohl in Folge eines Missverständnisses der Angaben Huxley's, behauptet, dass Endostyl und Hypobranchialrinne identische Organe seien und in der Foll'schen Arbeit über die Appendikularien der Meerenge von Messina ist in Folge desselben Missverständnisses die Hypobranchialrinne geradezu als Endostyl beschrieben und abgebildet.

Prüft man die vorliegenden Angaben an Repräsentanten verschiedener Ordnungen der Tunikaten [1]), so ergiebt sich, dass constant unterhalb der Hypobranchialrinne ein Streif dichterer Bindesubstanz verläuft,

1) Auch für diese Untersuchung stellte mein College Anton Dohrn in Neapel mir werthvolles Material zur Disposition, wofür demselben hierdurch öffentlich gedankt sei.

welcher das oder die ventralen Kiemengefässe beherbergt und bei den Ascidien die Verwachsung der Kieme mit der Leibeswand vermittelt. Diese Bindesubstanzlamelle lässt sich bei den Salpen mit kurzer Hypobranchialrinne, wie Huxley und Leuckart schon richtig angegeben haben, als weisser Streif bis zum Oesophaguseingang verfolgen. Auf diese Bindesubstanzlamelle allein kann die Huxley'sche Bezeichnung des Endostyl Anwendung finden. Dieselbe ist aber nicht hohl und im Innern von Epithel ausgekleidet, wie Leuckart irrthümlich angab, sondern, wie Querschnitte ergeben, solid und bei den Ascidien nicht selten Sitz stärkerer Pigmentablagerung.

Die Hypobranchialrinne selbst zeigt bei allen Tunikaten im Wesentlichen den gleichen Bau. Allen Tunikaten kommen zwei symmetrisch neben der Mittellinie an der ventralen Fläche der Athmungshöhle der Länge nach verlaufende Leisten zu, welche einen nach der Athmungshöhle zu offenen Halbkanal umschliessen. Die laterale und mediale Fläche beider Leisten verhalten sich verschieden. Die laterale Fläche wird von einem ganz niedrigen schwer wahrnehmbaren kernhaltigen Epithel bekleidet. Die mediale Fläche lässt flimmernde und secernirende Epithelstrecken unterscheiden. Auf der Kante der Leiste nimmt das Epithel ganz plötzlich cylindrische Form an und behält dieselbe eine Strecke weit längs der medialen Fläche in der Richtung nach abwärts. Auf dieser Strecke haben die Epithelien sehr deutliche starre etwas gewölbte Cuticularsäume. Daran schliesst sich eine kurze Strecke ganz flachen kernhaltigen Epithels. Es findet sich ferner constant ein unpaarer Streifen flimmernden Epithels längs der Mittellinie im Grunde der Halbrinne. Dieses Epithel ist ausgezeichnet durch Schmalheit des Protoplasmaleibes der einzelnen Zellen und durch die Länge der Cilien, deren oberer Rand im Niveau der beiden seitlichen Begrenzungsleisten liegt. Der Raum zwischen dem flachen und dem flimmernden Epithel wird zu beiden Seiten der Halbrinne eingenommen von Zellen, welche mit den Secretionsepithelien der betreffenden Thiere am meisten Aehnlichkeit darbieten. Sie stellen grosse Cylinderepithelien dar mit grossem Kern und körnigem Protoplasma. Sie sind stets zu einer oder zwei im letzteren Fall übereinanderliegenden flachen Rinnen angeordnet, welche dem Querschnitt des Organs ein sehr characteristisches Aussehen verleihen. Beide Halbrinnen werden, wo sie deutlich entwickelt sind, durch kurze Strecken eines schmäleren, stark glänzenden, mit starrem deutlich gestreiften Cuticularsaum versehenen Epithels verbunden. Getragen wird die Epithelbekleidung von einer zarten Bindesubstanz, welche einzelne Gefässe führt und häufig von pigmenthaltigen Zellen in reichlichem Masse durchsetzt ist.

Nun hat schon GOODSOIR darauf aufmerksam gemacht, dass der Kiemenapparat des Amphioxus mit jenem der Ascidien am nächsten verwandt sei, indem beiden die gitterförmige Durchbrechung der respirirenden Fläche und die Betheiligung von Flimmerepithel an der Bekleidung der letzteren gemeinsam sei. Die Uebereinstimmung beider wird dadurch des Weiteren erwiesen, dass der ventrale Abschluss der Kiemenhöhle des Amphioxus durch ein Organ gebildet wird, welches alle wesentlichen Attribute der Hypobranchialrinne der Tunikaten besitzt.

Unterhalb des Endes der Kiemenspalten erhebt sich bei Amphioxus der Boden der Kiemenhöhle zu zwei schmalen Leisten, welche lateralwärts gerichtet sind und in der Mittellinie zu einer flachen Rinne sich vereinigen. Die lateralwärts sehende etwas umgebogene Kante beider Leisten ist verdünnt, gegen die Mitte nimmt die Dicke des Bodens allmälig zu. Der Bau des bindegewebigen Gerüstes der Hypobranchialrinne ist bei Amphioxus complicirter als bei den Tunikaten, indem in die straffe Grundlage beiderseits ein nach oben und unten sich zuspitzender Chitinstreif eingebettet ist, welcher mit seinem oberen Ende in die zugeschärfte Kante sich erstreckt, während das untere Ende in einzelne Zipfel zerspalten ist, welche mit den Zipfeln der entgegengesetzten Seite sich durchkreuzen und schliesslich den gabeligen Enden der Chitinstäbe des Kiemenskelets zustreben. Diese zwei Chitinstreifen bilden zusammen eine Hohlkehle, welche längs der ganzen Rinne sich erstreckt. Sie sind eingebettet in eine sehr straffe vorwiegend aus schmalen und kurzen spindelförmigen Zellen bestehende Bindesubstanz, welche ausserdem von Bündeln platter Muskeln in querer Richtung durchzogen wird, deren gelbliche Farbe von jener der farblosen Bindesubstanz deutlich sich abhebt. Längs der unteren Fläche des Organs verläuft die hin und hergebogene Kiemenarterie, nach unten von der Fortsetzung des visceralen Blattes des Bauchfells umschlossen. Die epitheliale Bekleidung der Hypobranchialrinne stimmt in ihrem Verhalten mit dem bei den Tunikaten geschilderten überein. Die lateral und etwas abwärts sehende äussere Fläche besitzt ein schmales ziemlich kurzes Cylinderepithel; an der Kante verlängert sich dasselbe und geht längs der medialen zugleich nach oben gerichteten Fläche in ein schmales, verhältnissmässig kurzes Flimmerepithel über. Zu beiden Seiten der Mittellinie ändert sich die Beschaffenheit dieses Epithels plötzlich, indem die Zellen viel breiter werden und deren Protoplasma stärkeren Glanz annimmt; diese breiten Zellen sind zugleich zu einer flachen Halbrinne angeordnet, welche links und rechts von der Mittellinie längs des ganzen Bodens der Kiemenhöhle sich verfolgen lässt. Die Mitte des letzteren zeigt wieder eine Bekleidung mit geschichtetem schmalen Cylinderepithel, welches in dünne Cilien sich fortsetzt.

Ist das Vorkommen eines bei den Tunikaten allgemein vorhandenen, den höheren Wirbelthieren aber fehlenden Organs bei Amphioxus von Interesse für die Phylogenese der Wirbelthiere, so glaube ich, wird dieses Interesse wesentlich erhöht durch den Nachweis, dass dasselbe Organ auch den Cyklostomen während ihres Larvenzustandes zukommt, mit Eintritt der definitiven Gestaltung des Körpers aber schwindet. Schon Rathke und August Müller haben das längliche Organ besprochen, welches am Boden der Kiemenhöhle bei der Ammocoetesform der Petromyzonten sich findet und welches nach der Vermuthung des ersteren Beobachters dem langen Zungenmuskel der reifen Thiere den Ursprung geben soll. Max Schultze hat in seiner Entwicklungsgeschichte des Petromyzon Planeri auf Seite 28 das Organ gleichfalls beschrieben; er lässt dasselbe aus dem zwischen Haut und Schlundhöhle liegenden Gewebe hervorgehen und hält es wegen des Vorkommens flimmernden Epithels für das Homologon der Thymus der höheren Wirbelthiere.

Die erstere Angabe des berühmten Anatomen bedarf der Berichtigung, da sich an sehr jungen Petromyzonlarven der Nachweis führen lässt, dass die epitheliale Auskleidung des fraglichen Organs mit jener der Kiemenhöhle allenthalben continuirlich zusammenhängt, welcher Zusammenhang im weiteren Verlauf der Entwicklung auf einen schmalen Spalt im Niveau des zweiten Kiemendiaphragmas (Septum zwischen zweitem und dritten Kiemensäckchen) reducirt wird. Es entwickelt sich mithin das fragliche Organ aus dem ventralen Abschnitt der ursprünglichen Kiemenhöhle, die Epithelien, welche in seine Zusammensetzung eingehen, sind Abkömmlinge des Darmdrüsenblatts. Es bedarf aber ferner auch die Deutung, welche Max Schultze dem Organ zu geben versucht hat, der Berichtigung. Dasselbe lässt sich mit keinem Organ der höheren Wirbelthiere homologisiren; seine Entwicklung und sein Bau nöthigen vielmehr zu der Annahme, dass es das Homologon der Hypobranchialrinne der Tunikaten ist, welche bei Amphioxus als bleibender Bestandtheil des Körpers existirt, bei den Cyklostomen nur noch in Form eines transitorischen Organs sich erhalten hat.

Das Organ wird ursprünglich durch zwei symmetrisch neben der Mittellinie an der ventralen Fläche der Kiemenhöhle von deren vorderem Ende bis zur Bifurkation des Kiemenarterienstamms verlaufende Leisten dargestellt, welche unterhalb des Niveau der beiden Kiemenarterienäste gelegen sind. Das die letzteren umgebende Bindegewebe wächst in medialer Richtung zu einem Diaphragma aus, welches die eigentliche Kiemenhöhle von dem die beiden Leisten beherbergenden Abschnitt trennt. Die Trennung ist für die vordere und hintere Partie des Organs eine vollständige; unterhalb des Diaphragma, zwischen zweitem und drittem

Kiemensackpaar bleibt die Verwachsung der beiden zu dem Diaphragma sich vereinigenden Lamellen aus. Es erhält sich in Folge davon an dieser Stelle die ursprüngliche Communikation des die Hypobranchialrinne beherbergenden Abschnitts mit der Kiemenhöhle in Form einer in transversaler Richtung schmalen, in longitudinaler etwas verlängerten Spalte. Diese Spalte persistirt so lange, bis das Organ dem definitiven Schwund anheim fällt; sie ist bei 16 Centimeter langen Ammocantes des Petromyzon Planeri noch vorhanden, welche bereits zur Gewinnung der bleibenden Form sich anschicken. Das Epithel der Kiemenhöhle setzt sich im Bereich dieser Spalte auf das Epithel der beiden in den abgeschnürten Theil prominirenden Leisten ohne Unterbrechung fort. Der abgeschnürte Theil der Kiemenhöhle stellt einen in senkrechter Richtung etwas abgeplatteten cylindrischen Hohlraum dar, welcher durch eine schmale senkrecht vom Boden sich erhebende Bindegewebslamelle, welche allmälig an Höhe abnehmend von vorne bis zum Ende des zweiten Kiemensackpaars sich erstreckt, in zwei symmetrische Hälften abgetheilt wird. Jede dieser Hälften enthält im Inneren eine mit breiter Basis dem Boden aufsitzende, gegen den oberen Rand etwas sich verschmälernde Leiste, welche je aus einem medialen und einem lateralen Abschnitt sich zusammensetzt. Beide Abschnitte stimmen in der vorderen Hälfte des Organs nahe mit einander überein; in der hinteren Hälfte zeigen sie wesentliche Verschiedenheiten, nicht sowohl hinsichtlich des feineren Baus, als vielmehr hinsichtlich der gröberen anatomischen Anordnung. In ersterer Beziehung wird die bindegewebige Grundlage der beiden Leisten gebildet von einem lockeren zellenarmen Schleimgewebe, welches an die Adventitiä einzelner kleiner Arterien und Venen sich anschliesst. Der epitheliale Ueberzug verhält sich im oberen schmäleren Abschnitt jeder Leiste anders als im unteren breiteren. Im oberen Abschnitt findet sich eine einfache Lage cylindrischer kernhaltiger Epithelien, welche durch die steife Beschaffenheit ihrer kurzen conisch sich zuspitzenden Cilien sofort als mit der epithelialen Bekleidung des oberen Abschnitts der Flimmerrinne der Tunikaten übereinstimmend sich zu erkennen geben. Im unteren breiteren Abschnitt bildet das Epithel zwei parallel verlaufende übereinander liegende Längsrinnen, es ist im Bereich der letzteren stark körnig, und mit langen Cilien versehen. An der Kante jeder einzelnen Rinne wird das lange Cilien tragende körnige Epithel ganz abrupt von einer kurzen Reihe steifer mit kurzen conischen Cilien versehenen Epithelien unterbrochen.

Was die gröbere anatomische Anordnung betrifft, so verhält sich am hinteren Ende der mediale und laterale Abschnitt jeder Flimmerleiste verschieden. Der letztere erstreckt sich ziemlich gerade nach rückwärts;

seine beiden Flimmerrinnen nähern sich am vierten Kiemendiaphragma, an welchem der mediale Abschnitt seine hintere Begrenzung hat, bis zur Berührung und verlaufen parallel nach rückwärts bis zum Niveau des fünften Kiemendiaphragma. Der mediale Abschnitt dagegen steigt unter dem vierten Kiemensackpaar nach aufwärts, biegt sich dann horizontal nach vorwärts um, um unter dem dritten Kiemensackpaar wieder nach abwärts sich zu krümmen und zuletzt horizontal gerade nach rückwärts zu verlaufen. Es beschreibt mithin die hintere Partie des medialen Abschnitts einen Kreis mit abnehmendem Radius, so dass sein Ende zwischen dem ursprünglichen unteren Stück und dem oberen horizontal zurücklaufenden Stück des Kreises zu liegen kommt. Dieses auffallende Verhalten lässt sich durch die Annahme erklären, dass der mediale Abschnitt beträchtlich stärker in die Länge wächst als der laterale und dabei den Umgebungen sich anpasst.

Vergleicht man das Organ der Cyklostomenlarven mit der Hypobranchialrinne der Tunikaten oder des Amphioxus, so ergiebt sich, dass es alle wesentlichen Bestandttheile der letzteren besitzt. Es fehlen weder die steifen Cuticularsäume längs der oberen Partie noch die langen Wimperzellen der eigentlichen Rinne. Das Organ hat aber, wie schon früher bemerkt wurde, bei den Cyklostomen eine vorübergehende Existenz. Durch die mächtige Entwicklung der Zungenmuskulatur, welche bei der Umwandlung der Larven in die geschlechtsreifen Thiere sich einstellt, wird das ganze Organ gleich den beiden vor dem Eingang zur Kiemenhöhle liegenden Schlundsegeln zur Atrophie gebracht. Nur ein geringer Rest seiner Epithelialbekleidung entgeht der Vernichtung; er entwickelt sich zur Schilddrüse, welche bei dem geschlechtsreifen Thier unterhalb des langen Zungenmuskels vom zweiten bis vierten Kiemensackpaar sich erstreckt und von einer mässig grossen Anzahl rings geschlossener von intensiv braungelb gefärbtem cylindrischen Epithel ausgekleideter Follikel gebildet wird. Sie kann mit der Speicheldrüse, welche unterhalb des Auges der reifen Thiere liegt, nicht verwechselt werden, denn letztere ist eine Drüse mit Ausführungsgang, welcher durch Injection und Präparation bis zu seiner Ausmündung in die Mundhöhle sich verfolgen lässt.

Die ausführlichere Darstellung dieser Verhältnisse nebst den belegenden Abbildungen wird eine Arbeit über Bau und Verwandtschaft des Amphioxus bringen.

Jena, 27. Juli 1872.

Beiträge zur Kenntniss der Termiten.

Von

Fritz Müller.

Hierzu Taf. XIX und XX.

I. Die Geschlechtstheile der Soldaten von Calotermes.

Lespès hat unter den Arbeitern und Soldaten des Termes lucifugus Männchen und Weibchen gefunden. Aeusserlich waren die beiden Geschlechter nicht zu unterscheiden. Bei den weiblichen Arbeitern sah er Eierstöcke mit 12 bis 15 wenig getrennten Eiröhren, die in einen dickeren Eileiter mündeten. Die beiden Eileiter verbanden sich zu einer kurzen Scheide. In den Eiröhren fand sich keine Spur von Eiern, dagegen flüssiges Fett in Kügelchen von oft beträchtlicher Grösse. Die männlichen Geschlechtstheile der Arbeiter waren äusserst gering entwickelt: zwei kaum sichtbare Hoden, deren sehr feine Ausführungsgänge zu einem gemeinschaftlichen Gange sich verbanden; an letzterem sassen verkümmerte Samenblasen. Waren schon bei den Arbeitern alle diese Theile sehr zart und schwierig darzustellen, so fand dies in noch höherem Grade bei den Soldaten statt[1]).

Hagen versuchte vergeblich bei Arbeitern verschiedener Termes- und Hodotermes-Arten innere Geschlechtstheile nachzuweisen[2]) und ist trotz des Zutrauens, welches ihm die Arbeit von Lespès zu verdienen scheint, der Meinung, dass »die Angabe so auffälliger Thatsachen vor ihrer allgemeinen Annahme eine neue Bestätigung erfordert«. Auch Gerstäcker[3]) hält das Vorkommen von Männchen und Weibchen unter den Arbeitern und Soldaten der Termiten für »kaum glaublich«.

Weshalb die von Lespès beobachteten Thatsachen »so auffällig«, weshalb die Vertretung beider Geschlechter unter den Arbeitern und Soldaten der Termiten »kaum glaublich« sei, haben Hagen und Gerstäcker nicht erörtert. Doch hat wohl auch in diesem Falle, um mit Bates

1) Vergl. den Bericht von Hagen in Linnaea entomol. XII, S. 320 u. 322.

2) Ebenda, S. 22.

3) Lehrbuch der Zoologie von Peters, Carus u. Gerstäcker. II, S. 41.

zu reden, »eine irrige Analogie mit den gesellig lebenden Hymenopteren zu falschen Hypothesen geführt«[1]), wie das so vielfach in der Naturgeschichte der Termiten geschehen.

Mir schienen von vornherein die Angaben von Lespès sehr wahrscheinlich und glaubwürdig. Bei den Hautflüglern liegt die Brutpflege den Weibchen ob; wenn bei ihnen ein besonderer Stand für die Brutpflege sich bildete, so war zu erwarten, dass er von den Weibchen sich abzweigen, aus verkümmerten Weibchen bestehen werde. Bei den Termiten dagegen scheint es kaum zweifelhaft, dass die besonderen Stände der Soldaten und Arbeiter nicht aus den geflügelten Thieren, sondern aus deren Jugendzuständen hervorgegangen sind, und wenn dem so ist, so liegt natürlich kein Grund vor für den Ausschluss eines der beiden Geschlechter.

Theoretisch hatte ich also gegen die Angaben von Lespès keinerlei Bedenken. Allein, wie Hagen, habe ich bis jetzt bei Arbeitern und Soldaten mehrerer, sehr verschiedenen Gruppen der Gattung Termes angehörender Arten vergeblich nach sicher als Hoden oder Eierstock zu deutenden Spuren innerer Geschlechtstheile gesucht, und obwohl ich keines besonderen Geschicks im Zergliedern mich rühmen darf, also auf mein Nichtfinden grosses Gewicht zu legen kaum berechtigt war, fingen doch leise Zweifel an der Richtigkeit der Beobachtungen von Lespès sich zu regen an. Um so erfreuter war ich, seine schöne Entdeckung bei den Soldaten der Gattung Calotermes vollständig bestätigen zu können. Die inneren Geschlechtstheile sind bei diesen Soldaten weit weniger verkümmert, als bei Termes lucifugus, und kaum minder entwickelt, als bei den geflügelten Männchen und Weibchen; ja bei zwei Arten ist das Geschlecht der Soldaten sogar äusserlich zu erkennen.

Zur Vergleichung schicke ich die Beschreibung der Geschlechtstheile der geflügelten Männchen und Weibchen von Calotermes Canellae n. sp.[2]) voraus.

---

1) Linn. entom. XII, S. 272.

2) Calotermes Canellae n. sp. steht dem C. verrucosus Hag. sehr nahe, unterscheidet sich aber leicht durch geringere Grösse und durch die Zahl der Adern im Randfelde der Flügel.

	Calotermes Canellae.	C. verrucosus.
Länge mit den Flügeln:	10mm	14mm
Vorderflügel mit	2 } Ader im Randfelde.	1 } Ader im Randfelde.
Hinterflügel mit	1 } Ader im Randfelde.	ohne } Ader im Randfelde.

C. Canellae lebt hauptsächlich im Holze der Canella preta, seltner in Guamirim, Ceder und Guarajuva.

Jeder der beiden Eierstöcke (Fig. 1) besteht aus 6 bis 7 spindelförmigen Eiröhren, die dem Ende eines kurzen weiten Eileiters aufsitzen. Zwei oder drei der Eiröhren zeichnen sich vor den übrigen meist durch grössere Dicke und weiter entwickelte Eier aus. Wie überhaupt bei den geflügelten Termitenweibchen sind selbst die am weitesten vorgeschrittenen Eier noch weit von der Reife entfernt; die grössten erreichen selten mehr als $1/5$ der Länge der reichlich 1 Mm. langen reifen Eier (Fig. 5) und treten eben in die Entwicklungsstufe, auf welcher feine Körnchen den bis dahin durchsichtigen Dotter zu trüben und das Keimbläschen der sich in die Länge streckenden Eier zu verdecken beginnen (Fig. 4). Die kurzen Eileiter, deren Länge übrigens bedeutenden Schwankungen unterliegt, vereinigen sich zur Scheide, deren äussere Oeffnung von unten her durch das grosse sechste Bauchschild verdeckt wird. Nicht weit vom Ausgange der Scheide liegt die sehr dickwandige Samenblase (Fig. 2 u. 3). Sie fällt sofort ins Auge durch die dicke dunkelgefärbte Haut, welche ihre Höhlung auskleidet. Das Ende dieser Höhlung ist mehr oder weniger gekrümmt; in der Mitte ist dieselbe mehr oder weniger aufgetrieben und verjüngt sich dann zu einem engen Ausführungsgange. Zwischen Scheide und Mastdarm liegt eine sehr ansehnliche Kittdrüse (»glande sébifique« Lespès), aus dicht zusammengeknäuelten, schwer zu entwirrenden Röhren gebildet. Man kann an ihr den gemeinsamen Ausführungsgang, zwei zu diesem sich vereinigende Hauptäste und an jedem der letzteren 4 bis 7 Zweige unterscheiden. Bei dem geflügelten Weibchen von Calotermes negosus Hag. gabelt sich der Stamm nur zweimal, so dass die Drüse aus nur vier langen verknäuelten Röhren besteht. Die Kittdrüse von Calotermes gleicht also weit mehr der von Lespès beschriebenen »glande sébifique« des Termes lucifugus, als der von Hagen als Samenblase gedeuteten baumförmigen Drüse mit zahlreichen kurzen gekrümmten Aesten, die derselbe bei der Königin von Termes nigricans und dem geflügelten Weibchen von T. dirus fand.

Die Hoden der geflügelten Männchen von Calotermes Canellae (Fig. 6—13) lassen sich einer Hand mit 3 bis 6 meist kurzen Fingern vergleichen. Ihre sehr wechselnde Gestalt mögen die Abbildungen veranschaulichen. Die beiden Hoden desselben Thieres pflegen einander in Grösse, Zahl, Länge und Stellung der Finger sehr ähnlich zu sein. In den Fingern sieht man stark lichtbrechende Kerne, in der Hand grössere, runde, durchsichtige Zellen, deren Kerne in frischem Zustande wenig hervortreten. Wie die Eierstöcke scheinen sie noch weit von der Reife entfernt zu sein. Die Ausführungsgänge der Hoden, bisweilen dicht unter diesen zu einer kleinen Blase aufgetrieben (Fig. 6 u. 8), münden in eine

dickwandige, birnförmige Tasche, die sich in einen über dem achten Bauchschilde sich öffnenden Gang fortsetzt.

Bei den Soldaten von Calotermes Canellae sind die Bauchschilder des Hinterleibes wie die des geflügelten Männchens gebildet, das sechste nicht vergrössert, das siebente und achte ungetheilt und letzteres mit zwei griffelförmigen Afteranhängen versehen. (Beim Weibchen ist bekanntlich das sechste Bauchschild vergrössert, das siebente und achte sind in je zwei kleine seitliche Platten zerfallen und die Afteranhänge fehlen.) Ein äusserer Geschlechtsunterschied ist nicht vorhanden oder doch kaum angedeutet. (Der Hinterrand des achten Bauchschildes schien mir bei den weiblichen Soldaten zwischen den Afteranhängen in der Regel etwas tiefer ausgebuchtet zu sein, als bei den männlichen; vergl. Fig. 15 u. 16.)

Die inneren Geschlechtstheile der weiblichen Soldaten (Fig. 14) unterscheiden sich von denen der geflügelten Weibchen ausser durch geringere Grösse fast nur durch den Mangel der Samenblase, von der ich keine Spur habe finden können. Im unteren Theile der Eiröhren sieht man meist grosse blasse Zellen, von denen zwei die ganze Breite der Eiröhre einzunehmen pflegen, mit grossem Kern und deutlichem Kernkörperchen. Mehrfach sah ich am Anfang jeder Eiröhre ein Häufchen einer undurchsichtigen krümlichen Masse, die ich bei den geflügelten Weibchen dieser Art ebensowenig bemerkt habe, als bei den Soldaten von Calotermes nodulosus und rugosus. Die Eileiter sind im Verhältniss viel länger und dünner, als beim geflügelten Weibchen, die Kittdrüsen stets stark entwickelt.

Auch die Geschlechtstheile der männlichen Soldaten (Fig. 16—18) sind denen der geflügelten Männchen durchaus ähnlich. Die Hoden zeigen ebenso mannichfaltige, im Allgemeinen etwas schlankere Formen. Das Gewebe der Hand ist bisweilen von dem der Finger kaum verschieden, kleinzellig, mit stark lichtbrechenden Kernen. In einem Falle (Fig. 17) sah ich den Hoden zu einem kleinen birnförmigen Körper ohne alle Anhänge verkümmert; den zweiten Hoden fand ich bei diesem Thiere nicht.

Bei Calotermes nodulosus Hag. und rugosus Hag., zwei merkwürdigen nahe verwandten Arten, deren sehr eigenthümliche jüngste Larven uns vielleicht in ähnlicher Weise die älteste noch lebende Insectenform zeigen, wie die Nauplius die älteste Crustaceenform, sind die männlichen von den weiblichen Soldaten schon äusserlich an der Bildung des achten Bauchschildes zu unterscheiden. Bei den männlichen Soldaten ist wie bei den geflügelten Männchen der Hinterrand dieses Schildes zwischen den Afteranhängen kaum merklich ausgebuchtet (Fig. 21 u. 29),

bei den weiblichen Soldaten dagegen (Fig. 20 u. 28) tief ausgeschnitten und der dunkle dicke Chitinrand ist in der Mitte dieses Ausschnitts durch dünnere Haut ersetzt, — der erste Schritt zu dem Zerfallen dieses Schildes in zwei seitliche Platten, welches die geflügelten Weibchen zeigen.

Die männlichen Soldaten scheinen wenigstens in manchen Gesellschaften von C. nodulosus weit häufiger zu sein, als die weiblichen. Einmal fand ich unter sieben Soldaten 4 ♂, 3 ♀; sechs Soldaten aus einer anderen Gesellschaft waren sämmtlich ♂; ein drittes Mal wurde unter sieben Stück ein einziges ♀ gefunden. Von C. rugosus fand ich in einem Falle zwölf männliche und zehn weibliche, in einem anderen sieben männliche und sechzehn weibliche Soldaten.

Ich bedaure, zur Zeit keine geflügelten Männchen und Weibchen der beiden Arten zur Vergleichung der inneren Geschlechtstheile zur Hand zu haben. Ich kann in dieser Beziehung nur anführen, dass die weiblichen Geschlechtstheile von C. rugosus bis auf die bereits erwähnte Verschiedenheit der Kittdrüse und eine etwas abweichende Form der Samenblase ganz mit denen des C. Canellae übereinstimmen.

Bei den weiblichen Soldaten beider Arten ist wie bei C. Canellae die Zahl der Eiröhren in der Regel sechs, seltener sieben. Bei C. nodulosus (Fig. 19) sind dieselben, wo sie sich an den Eileiter ansetzen, stark eingeschnürt. Deutlich ausgeprägte Eier, die die ganze Lichtung der Eiröhre füllen, habe ich bei den wenigen bis jetzt untersuchten weiblichen Soldaten dieser Art nicht gefunden; dagegen finden sich solche fast bei allen weiblichen Soldaten von C. rugosus (Fig. 26 u. 27), bisweilen bis über 20 in einer Eiröhre. Die grössten, die ich gesehen, hatten 0,1 Mm. Durchmesser bei 0,06 Mm. Höhe, ihr Keimbläschen 0,02 Mm. Durchmesser. — Eine Samenblase habe ich nicht gefunden. Die stets stark entwickelte Kittdrüse zeigte sich, wo ich sie entwirren konnte, bei den weiblichen Soldaten von C. rugosus aus vier langen Schläuchen gebildet, wie bei den geflügelten Weibchen derselben Art.

Wenn schon die fingerförmigen Fortsätze der Hoden von C. Canellae an die Eiröhren der Weibchen erinnern, so ist die Aehnlichkeit zwischen Hoden und Eierstock eine noch weit grössere bei den Soldaten von C. nodulosus und rugosus. Als ich den ersten Soldaten von C. nodulosus zergliederte und das Fig. 22 gezeichnete Gebilde fand, wusste ich in der That nicht, ob ich einen verkümmerten Eierstock oder einen Hoden vor mir hätte. Am Ende eines gemeinschaftlichen Ausführungsganges sassen, wie am Ende des Eileiters sechs Eiröhren, so hier sechs fingerförmige Anhänge, die aber andererseits wieder durch das kolbig angeschwollene, umgebogene Ende voll stark lichtbrechender Kerne an

die Hoden anderer Termiten erinnerten. — Die Hand tritt bei beiden Arten, besonders bei C. rugosus, meist ganz gegen die Finger zurück und fehlt oft vollständig, während das Gewebe der Finger selbst dem des handförmigen Theiles am Hoden des geflügelten Männchens von C. Canellae gleicht und die stark lichtbrechenden Kerne sich auf die Spitze der Finger beschränken. Die Zahl der Finger scheint bei C. nodulosus fast ohne Ausnahme sechs zu sein, bei C. rugosus öfter sieben. In Betreff der auch bei diesen Arten ziemlich wechselnden Form und Grösse der Hoden verweise ich auf die Abbildungen (Fig. 21—25 u. 29—32). Die häufig einseitige Auftreibung am Anfange des Ausführungsganges (vas deferens), die schon bei C. Canellae erwähnt wurde, ist in der Regel vorhanden. Die Ausführungsgänge der Hoden sind weit länger, als bei C. Canellae; die Tasche, in welche sie einmünden, ist namentlich bei C. nodulosus sehr breit, ihr Scheitel nicht, wie bei C. Canellae, abgerundet, sondern ausgebuchtet oder tief eingekerbt, als wäre die Tasche aus zwei kugeligen (C. nodulosus) oder eiförmigen (C. rugosus) Hälften zusammengesetzt.

Auch nachdem ich die Gechlechtstheile der Soldaten von Calotermes kennen gelernt, habe ich bei Arbeitern und Soldaten verschiedener Termes-Arten, wie Hagen und wie ich selbst schon früher, wiederholt vergeblich nach solchen gesucht und vermuthe, dass nicht unser Ungeschick daran schuld war, dass vielmehr überhaupt bei diesen Arten nichts mehr zu finden sein werde. Wenn Lespès glücklicher war, so mag es daran liegen, dass Termes lucifugus auch in dieser Beziehung, wie in manchen anderen, den Calotermes näher steht, als die meisten übrigen Termes-Arten. Ich erwähnte schon den ähnlichen Bau der Kittdrüse. Ebenso besitzt T. lucifugus nach Lespès acht Harngefässe, wie auch die Calotermes deren sechs oder acht haben, während sich sonst bei Termes vier zu finden pflegen. Auch die Lebensweise ist insofern ähnlich, als T. lucifugus, wie unsere Calotermes, ohne eigentliches Nest in den Gängen lebt, die er in abgestorbenem Holze nagt. Aus der ganzen Abtheilung der Gattung Termes, deren Soldaten wie die von Calotermes scharfe beissende Kiefer besitzen, während der Kopf eines nasenartigen Fortsatzes entbehrt, ist mir hier noch keine Art vorgekommen. Sind nun schon bei den Arbeitern und Soldaten von T. lucifugus die bei den Soldaten von Calotermes noch so überaus deutlichen Geschlechtstheile so weit verkümmert, dass die Eierstöcke mitunter kaum erkennbar sind; nie Spuren von Eiern, dagegen Fettkügelchen enthalten, dass ebenso die Hoden kaum sichtbar sind und dass oft gar nichts zu finden war, so kann es nicht befremden, wenn bei Arten, die sich in anderer Beziehung

viel weiter von Calotermes entfernt haben, auch die Verkümmerung der Geschlechtstheile bei Arbeitern und Soldaten weiter fortgeschritten ist, wenn dieselben entweder völlig geschwunden oder doch nicht mehr mit Sicherheit von dem Fettkörper zu unterscheiden sind.

Fast hätte ich vergessen, eine Frage zu beantworten, die man wahrscheinlich stellen wird: warum ich nicht, da ja bei den Arbeitern von Termes lucifugus die Geschlechtstheile leichter nachzuweisen sind als bei den Soldaten, auch die Arbeiter von Calotermes auf ihre Geschlechtstheile untersuchte. Die Antwort ist sehr einfach. Den mir bekannten sechs oder sieben Calotermes-Arten fehlt ein besonderer Arbeiterstand.

Zum Schlusse will ich nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass rings um das Mittelmeer ein Calotermes (C. flavicollis Fabr.) vorkommt und von da leicht lebend nach allen Theilen Europas zu verschicken sein wird, dass somit eine bequeme Gelegenheit geboten ist, vorstehende Angaben an einer Art derselben Gattung nachzuprüfen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Calotermes Canellae F. M.

Fig. 1—4. Geflügeltes Weibchen.
- Fig. 1. Innere Geschlechtstheile.
- Fig. 2 u. 3. Samenblase.
- Fig. 4. Stück einer Eiröhre.

Fig. 5. Reifes (gelegtes) Ei.

Fig. 6—13. Geflügeltes Männchen.
- Fig. 6. Innere Geschlechtstheile.
- Fig. 7—13. Verschiedene Formen des Hodens.

Fig. 14—15. Weiblicher Soldat.
- Fig. 14. Innere Geschlechtstheile.
- Fig. 15. Hinterrand des achten Bauchschildes.

Fig. 16—18. Männlicher Soldat.
- Fig. 16 u. 17. Geschlechtstheile im Zusammenhang.
- Fig. 18. Hoden.

Tafel XX.

Fig. 19—25. Calotermes nodulosus Hag.
  Fig. 19 u. 20. Weiblicher Soldat.
    Fig. 19. Eierstock.
    Fig. 20. Achtes Bauchschild.
  Fig. 21—25. Männlicher Soldat.
    Fig. 21. Geschlechtstheile im Zusammenhang.
    Fig. 22—25. Verschiedene Formen des Hodens.

Fig. 26—32. Calotermes rugosus Hag.
  Fig. 26—28. Weiblicher Soldat.
    Fig. 26. Innere Geschlechtstheile.
    Fig. 27. Theil einer Eiröhre.
    Fig. 28. Hinterrand des achten Bauchschildes.
  Fig. 29—32. Männlicher Soldat.
    Fig. 29. Geschlechtstheile im Zusammenhang.
    Fig. 30—32. Verschiedene Formen des Hodens.

Itajahy, Sa. Catharina, Brazil, im Juni 1872.

II. Die Wohnungen unserer Termiten.

In Betreff des Nestbaues der Termiten finden sich in HAGEN's Monographie folgende allgemeine Bemerkungen: »Bis jetzt scheint es sicher, dass alle Arten gesellschaftlich leben und wenigstens eine Art von Nest bauen. Am unvollkommensten ist dies, wenn sie nur in abgestorbenen Bäumen oder gar nur unter der Rinde wohnen. Hierher scheinen die Calotermes zu gehören. Ueber die Wohnungen der ganz unter dem Erdboden wohnenden Arten ist eigentlich noch nichts bekannt. Dass hier umfangreiche Nester in der Erde angelegt werden, ist aus einigen Beobachtungen wahrscheinlich ... Hierher gehören der Vermuthung zu Folge Hodotermes und eine Anzahl der Gattung Termes. Die Hügelbauten über der Erde, die der Gattung Termes allein zufallen, sind uns am genügendsten bekannt... Ich rechne dahin auch die Thurm- und Pilzbauten... Als letzte Art der Nester bleiben die sogenannten kugeligen Baumnester übrig. Ihr Bau ist uns noch sehr unvollkommen bekannt und eine Königin darin niemals gefunden worden... Baumnester scheint nur Eutermes zu haben, obwohl einige Eutermes auch Hügel bewohnen«[1]).

Diese kurze, von kundiger Hand entworfene Uebersicht wird genügen, um weitere Mittheilungen über die Wohnungen der Termiten wünschenswerth erscheinen zu lassen, und mag zugleich dienen, für die Beurtheilung des im Folgenden Gebotenen den mit der Naturgeschichte dieser Thiere minder Vertrauten einen Anhaltspunct zu gewähren.

»Ueber die Lebensweise und den Nestbau von Calotermes ist bis jetzt nichts bekannt«[2]). Ich habe aus dieser Gattung etwa ein halbes Dutzend Arten kennen gelernt (C. Smeathmani m., C. Hagenii m.[3]), C. rugosus Hag., C. nodulosus Hag., C. Canellae m., und ein oder zwei andere der letzten nahestehende Arten). Vom Bau einer Wohnung kann man bei diesen Arten kaum reden. Wie die Larven vieler Käfer, nagen die Larven (und Nymphen) von C. Calo-

1) HAGEN in Linnaea entomol. XII, S. 30.

2) HAGEN a. a. O. S. 38.

3) Calotermes Smeathmani und C. Hagenii unterscheiden sich von anderen bekannten Arten dadurch, dass bei den Soldaten der aufgebogene Vorderrand des Prothorax gezähnelt ist. Auch die Kopfbildung der Soldaten ist eine sehr eigenthümliche. Bei den Soldaten von C. Smeathmani finden sich Flügelscheiden an Mittel- und Hinterbrust, die bei denen des C. Hagenii, wie bei denen unserer anderen Calotermes-Arten fehlen.

termes Gänge im Holze abgestorbener Bäume, die sie niemals verlassen. Der Unterschied ist nur der, dass in diesen Gängen neben den Larven auch ein eierlegendes Weibchen mit ihrem Männchen (Königin und König) sich dauernd aufhält, dass man daher bunt durch einander Larven des verschiedensten Alters findet und dass zum Schutze dieser Gesellschaft ein besonderer Soldatenstand vorhanden ist, aus männlichen und weiblichen Larven bestehend, die sich nie in geflügelte Thiere verwandeln.

Die Calotermes findet man hauptsächlich in noch fast gesundem, hartem Holze; der völlig gesunde Kern härterer Holzarten wird von ihnen ebensowenig angegriffen, als der stärker vermoderte Splint; zwischen beiden beschränken sich ihre Gänge nicht selten auf eine kaum fingerdicke Schicht. Einzelne Arten haben eine unverkennbare Vorliebe für gewisse Holzarten; so C. Canellae für Canella preta, C. rugosus für Cangerana, in welchen beiden Hölzern ich noch keine andere Art getroffen habe. Am wenigsten wählerisch scheint C. nodulosus zu sein, der in Peroba, Ariribá, Piquiá, Ceder (Cedrela), der Gissarapalme u. s. w. vorkommt. Selten trifft man zwei oder mehr Arten in demselben Stamme. So leben in einem grossen umgestürzten Guarajuva-Stamme in meinem Walde gleichzeitig C. Hagenii, nodulosus, Canellae und eine vierte Art, die ich im geflügelten Zustande noch nicht kenne. Wenn bei solchem Zusammenleben die Gänge der einen Art auch vielfach zwischen denen der anderen hinlaufen, so scheinen die Thiere sich doch nie in die Gänge einer fremden Art zu verirren.

Die Gänge der Calotermes-Gesellschaften sind meist der Achse des Baumes gleichlaufend und zum grossen Theil so eng, dass nur ein Soldat oder eine erwachsene Larve auf einmal hindurch kann. Dies gilt namentlich von den Gängen, welche die Holzschichten quer durchsetzen. Stellenweise finden sich weitere, unregelmässige, meist flache Räume, in denen sich die geflügelten Thiere zu sammeln pflegen. Ein besonderer Raum für König und Königin ist nicht vorhanden. Letztere schwillt nur wenig an und läuft frei in den Gängen umher, hier und da einzelne Eier ablegend, um die sich Larven und Soldaten nicht weiter zu bekümmern scheinen. Sie ist gewöhnlich begleitet von dem Könige und in der Umgebung des Königspaares pflegen die Soldaten häufiger zu sein, als an anderen Stellen. Die Wand der Gänge ist meist mit einer dünnen Kothschicht bekleidet, während man bisweilen grössere Kothmassen am blinden Ende eines oder des anderen Ganges angehäuft findet.

Dächte man sich die Volkszahl einer Calotermes-Gesellschaft in gleichem Raume verzehnfacht oder verhundertfacht, so würden die von der dichtgedrängten Bevölkerung ausgefressenen Gänge immer näher zusammenrücken, die dazwischen liegenden Holzwände würden immer

dünner werden und endlich ganz aufgezehrt werden. Die Kothbekleidung der benachbarten Räume würde unmittelbar aneinanderstossen. An Stelle des verzehrten Holzes hätte man einen von Kothwänden durchzogenen und in unregelmässige Zellen und Gänge getheilten Raum. — Diesen allmäligen Uebergang von weit getrennten, das Holz durchziehenden Gängen zu Kothanhäufungen, die in ihrem Gefüge an lockere Brodkrume oder an einen Schwamm erinnern, kann man nicht selten beobachten in Baumstämmen, die von einem mit Termes Rippertii nahe verwandten Eutermes[1]) bewohnt sind. Beschränken sich diese Kothanhäufungen nicht auf das Innere des Baumes, treten sie aus demselben hervor, so entstehen die bekannten »kugeligen Baumnester«, die also ursprünglich nichts anders sind, als der gemeinsame Abtritt eines Eutermes-Volkes, dann aber auch als Brutstätte für die Eier und als Aufenthalt für die Jungen dienen. — Diese Nester werden also aus dem Baume heraus, nicht an den Baum hinangebaut. Anders mag es bei den von Auguste St. Hilaire und Burmeister erwähnten Baumnestern aus Erde oder Lehm sein; zu solchen von aussen dem Baume angefügten Nestern würde dann auch aussen am Baume ein Gang emporführen müssen; bei unserer Art sind solche vom Neste ausgehende Gänge in der Regel nicht vorhanden.

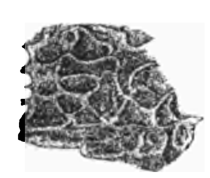
Der Stoff, aus dem unsere Baumnester bestehen, ist ausschliesslich der Koth der Bewohner. Ich habe oft dem Baue oder vielmehr der Ausbesserung desselben zugesehen. Schneidet man ein Stück des Nestes ab, so ziehen sich die Arbeiter aus den dadurch geöffneten Gängen ins Innere des Nestes zurück; es erscheinen an den Oeffnungen in grosser Zahl die kleinen spitzköpfigen Soldaten, eifrig herumlaufend und mit ihren Fühlern tastend. Nach einiger Zeit kehren die Arbeiter zurück. Jeder betastet zuerst den Rand der zu schliessenden Oeffnung, dreht sich dann herum und legt ein braunes Würstchen auf diesen Rand ab. Dann eilt er entweder sofort ins Innere des Nestes zurück, um den anderen, die dichtgedrängt ihm folgen, Platz zu machen, oder er dreht sich auch wohl noch einmal um, um sein Werk zu betasten und es nöthigenfalls zurecht zu drücken. Einzelne Arbeiter bringen auch wohl zwischen den Kinnbacken kleine Bruchstücke der alten Wände, die beim Oeffnen des Nestes in dasselbe hineingefallen sind, und fügen sie in die im Bau begriffenen, noch feuchten Wände ein. Andere, doch das sieht man nur selten, die nichts aus ihrem Mastdarme liefern können, opfern auf dem Altar des Vaterlandes ihr noch unverdautes Mahl, das sie zwi-

1) Ich möchte den Namen Eutermes auf die Arten mit spitzköpfigen Soldaten beschränken.

schen den Koth der anderen ausbrechen. In ruhigen Zeiten wird das Letztere wahrscheinlich nicht geschehen, sondern nur, wenn es gilt, rasch das durch einen Feind geöffnete Nest wieder zu schliessen. — Die Soldaten haben sich beim Beginn der Arbeit grossentheils wieder ins Innere des Nestes zurückgezogen, vielleicht um Arbeiter herbeizuholen. Einer oder ein paar bleiben bei jeder zu schliessenden Oeffnung. Man sieht sie ab und zu die Arbeiter mit ihren Fühlern berühren, wie um sie zurechtzuweisen oder anzutreiben.

Der Eutermes, der diese Baumnester baut, scheint fast alle unsere Holzarten anzugreifen, doch niemals, wenn sie noch ziemlich gesund sind. Man findet ihn oft in demselben Stamme mit Calotermes, diesen dem Kerne, jenen der Rinde näher. Zum Baue des Nestes zieht er härtere, der Verwesung gut widerstehende Stämme z. B. von Cangèrana vor. An dickeren Stämmen nimmt das Nest nur eine Seite ein und springt mehr oder weniger stark, halbkugelig oder eiförmig vor; dünnere umgiebt es bisweilen ringsum. An der Spitze von Baumstümpfen bildet es eine rundliche Kuppel oder sicht aus, wie der Knopf einer Stecknadel. Eines der grössten Nester, die ich gesehen, bildete eine unregelmässige Masse von 3 bis 4 Fuss Durchmesser, welche zwei an der Erde liegende Cangerana-Stämme umschloss.

Die Oberfläche der Nester zeigt flache, unregelmässige, in einander verfliessende, undeutliche Erhöhungen, die im Verein mit der schwärzlichen Farbe und der kugeligen Gestalt den oft gemachten Vergleich mit einem Negerkopf rechtfertigen. Die Farbe ist übrigens verschieden, bisweilen heller, bräunlich, — häufiger fast schwarz, was theils von der Nahrung der Baumeister, theils vom Alter des Nestes abhängt. Alte Nester sind dunkler und zugleich fester als neugebaute. Die grössere Festigkeit älterer Nester hat wohl ihren Hauptgrund in der grösseren Dicke der Wände, die im Laufe der Zeit durch neue Kothlagen verstärkt werden. Alten Nestern kann man mit dem Messer wenig anhaben, sondern muss zur Axt greifen, um Stücke davon loszuhauen.


Fig. 4. Bruchstück eines Baumnestes. (1/2 der nat. Gr.)

Ueber den inneren Bau dieser Nester ist wenig zu sagen. In dem Gewirr unregelmässiger, im Verhältnisse zur Grösse der Bewohner weiter Räume, die durch dünne aber feste Wände getrennt das ganze Nest durchziehen, habe ich eine bestimmte Anordnung nicht erkennen können.

Oeffnet man ein solches Baumnest, so findet man in den oberflächlicheren Theilen nur Arbeiter und Soldaten, sowie kurz vor der Schwärmzeit (December) geflügelte Thiere. Dringt man tiefer ein, so stösst man

auf Larven, die immer kleiner werden, je weiter man ins Innere vorrückt. Dann kommen, zu unglaublichen Mengen in einzelnen, sonst durch nichts ausgezeichneten Räumen angehäuft, die Eier und endlich die Eierlegerin, die Königin mit ihrem Gemahl. In dem ersten Neste, welches ich öffnete, fand ich den Raum, in welchem in diesem Falle zwei Königinnen sich aufhielten, durch nichts ausgezeichnet. In einem anderen Falle waren um die Königin herum die Wände weit dicker als sonst und nur von ziemlich engen Gängen durchsetzt. In diesen Gängen hatte sich der König versteckt, während sie für seine umfangreichere Gemahlin viel zu eng waren.

Wenn man bisher in Baumnestern keine Königin gefunden hat, so wird dies kaum daran liegen, dass man zufällig nur Nester ohne Königin geöffnet hat. Das Nest von Termes Rippertii zum Beispiel, welchem Osten-Sacken zahlreiche Eier und junge Larven entnahm [1]), enthielt ohne Frage auch eine Königin. Die Nester sind, wie bereits gesagt, nicht äusserlich dem Baume angeklebt, sondern gleichsam aus dessem Innern hervorgewachsen und gehen ohne scharfe Grenze in denselben über. Sprengt man das Nest vom Baume los, so bleibt immer ein Theil daran oder darin zurück und gerade in diesem innersten Theile des Nestes hat man die Königin zu suchen. Sie da herauszuholen wird aber meist mehr Uebung in der Führung der Axt verlangen, als reisende Naturforscher zu besitzen pflegen.

So weit meine Erkundigungen reichen, gehören alle in Brasilien den Menschen in seiner Wohnung belästigenden Termiten zu den Eutermes mit spitzköpfigen Soldaten; auch hier sind die Erbauer der Baumnester, wie es scheint, die einzigen ihrer Familie, die als unwillkommene Gäste in die Häuser eindringen und dann, wie das auch von den Eutermes anderer Länder berichtet wird, ihre Nester unter dem Dache anzulegen lieben.

In allen Ständen dem eben besprochenen Eutermes sehr ähnlich ist eine zweite hier häufige Art, die ihre Nester besonders zwischen den Wurzeln alter Stuken der Gissarapalme (Euterpe, Kohlpalme, von den deutschen Ansiedlern Palmite genannt,) anzulegen pflegt. Diese Gissarastuken sind überhaupt ein Lieblingsaufenthalt der Termiten; ich habe darin bereits acht verschiedene Arten angetroffen, bisweilen vier bis fünf in demselben Stuken. (Drei Eutermes, darunter der später zu erwähnende Eutermes inquilinus m., Termes saliens m., T. Lespesii m., Anoplotermes pacificus m., Calotermes nodulosus Hag. und C. rugosus Hag.) Wie viele andere Palmen

---

1) Linnaea entomol. XIV, S. 119.

(und überhaupt Monocotyledonen) sendet die Gissara aus dem untersten Theile ihres Stammes dichtgedrängte fingerdicke Luftwurzeln schief zur Erde. Bei alten Stämmen sind die ältesten innersten Wurzeln verwest; unter dem Stamme bildet sich so eine Höhle, welche die jüngeren, äusseren, höher am Stamme entspringenden Luftwurzeln wie ein kegelförmiger Mantel schützend umschliessen. In dieser Höhle legt der Gissara-Eutermes sein Nest an, doch nie unter lebenden Palmen, sondern erst einige Jahre nach dem Fällen. Das Nest besteht, wie das der Baumtermite, aus dem Kothe der Thiere. Die Wände sind papierartig dünn und so bröcklich, dass die Hand ohne merklichen Widerstand durch das Nest hindurchfährt. Die dünnen Kothwände, von hellbräunlicher Farbe, legen sich mehr oder weniger regelmässig wie Zwiebelschalen um einen gemeinsamen Mittelpunct herum, vielfach unterbrochen durch Oeffnungen, welche die so gebildeten concentrischen Räume mit einander verbinden, und auseinandergehalten durch Wände, welche diese Räume in eine Menge unregelmässiger Zimmer und Gänge theilen. In der Mitte des Baues findet sich ein verschieden grosser fester Kern, der das Zimmer des Königspaares umschliesst. In einem Falle, in welchem die schützenden Wurzeln der Palme noch ihre ganze ursprüngliche Festigkeit besassen, fehlte dieser feste Kern; die Wände der Zelle, in der sich die noch ziemlich junge Königin aufhielt, waren noch ebenso papierartig dünn, wie das übrige Nest. In recht alten und volkreichen Nestern kann dagegen der feste Kern die Grösse eines Kindeskopfes erreichen. Derselbe ist sehr hart, nur von engen, für die Königin ungangbaren Wegen durchzogen und birgt in seiner Mitte das meist ziemlich unregelmässig gestaltete königliche Gemach. Nicht eben selten findet man bei dieser Art zwei Königinnen mit einem einzigen König in demselben Neste und demselben Zimmer; der umgekehrte Fall, dass mit einer Königin zwei Könige lebten, ist mir nur einmal vorgekommen. Einmal traf ich, in einem ungewöhnlich grossen und volkreichen Neste gleichzeitig sechs Königinnen und drei Könige. — Ein anderes Mal fand ich in demselben Neste zwei königliche Zimmer, aber nur eins von einem königlichen Paare bewohnt, das andere, von dessen wahrscheinlich längst verstorbenen Bewohnern keine Spur mehr zu finden war, mit junger Brut gefüllt.


Fig. 2. Königliches Zimmer der Gissara-Termite. (1/2 der nat. Gr.)

Der gefährlichste Feind dieser Art ist das Tatu. Früher oder später, wenn die Wurzeln der Palme morscher werden, erliegen wohl die meisten Bauten den Angriffen desselben. Man sieht im Walde häufig Gissara-

stuken, durch deren Wurzeln an einer Seite die kräftigen Klauen des Tatu einen Weg gebrochen haben, und bisweilen um sie her gestreut Bruchstücke des Termitennestes. Bei einem solchen Ueberfalle, der gewiss einem grossen Theile des Volkes das Leben kostet, ist dann wenigstens das Königspaar durch die dicken harten Wandungen seines Zimmers gesichert. Die erste Königin dieser Art, die ich überhaupt sah, erhielt ich aus einem solchen lose im Walde gefundenen festen Kerne eines zerstörten Nestes.

Auf seiner Reise durch die Provinzen Rio de Janeiro und Minas geraes sah Auguste St. Hilaire Termitenbauten, die mitten auf dem Wege einfache, einen halben Fuss hohe Hügel bildeten. Solche kleine Hügelnester, — ob von derselben Art gebaut, ist freilich nicht zu entscheiden, — finden sich auch hier und sind sogar weitaus die häufigsten aller Termitenbauten. Sie sind das Werk des Anoplotermes pacificus m.[1]). Obwohl anscheinend aus Erde gebaut, bestehen auch sie, wie die Eutermes-Nester, aus dem Kothe ihrer Bewohner. Die Anoplotermes fressen nämlich Erde, man findet in ihrem Magen völlig verrottete Pflanzenstoffe und einzelne kleine Steinchen. Daher scheinen ihre Nester aus Erde gebaut zu sein; doch habe ich gesehen, wie sie durchschnittene Nester in der Weise der Baumtermiten mit ihrem Kothe ausbesserten, und mich überzeugt, dass diese geflickten Stellen in nichts von dem übrigen Neste sich unterschieden.

Die Form der Nester ist eine sehr wechselnde. Häufig sind sie ganz flach, in Form und Grösse einem Kuhfladen gleichend, in anderen Fällen unregelmässig knollig; bisweilen rundlich, kegelförmig oder kurz walzenförmig. In besonderer Menge traf ich diese Nester auf einem frisch gerodeten Stücke Urwald in der Colonie Dona Francisca, auf schwammigem, sandig-sumpfigem Boden. Stellenweise stand hier alle zwei bis drei Schritte ein Nest. Die höchsten waren etwa einen Fuss hoch, bei 4 bis 6 Zoll Durchmesser, walzen- oder kegelförmig mit abgerundeter Spitze. Auch die kleineren, faust- bis kopfgrossen waren dort meist

1) Die Staaten der Gattung Anoplotermes m. zeichnen sich dadurch aus, dass sie, — hierin weiter vorgeschritten, als wir Menschen, — nur Arbeiter, aber keine Soldaten besitzen. Alle Stände, von der jüngsten Larve an, sind dadurch leicht von Calotermes, Termes und Eutermes zu unterscheiden, dass ihrem Vormagen (Kaumagen) die Bewaffnung mit Kauleisten fehlt. Durch äussere Merkmale weiss ich die geflügelten Thiere nicht von Eutermes zu scheiden. Es gehört hierher eine zweite hiesige Art (vielleicht Termes ater Hag.) und wahrscheinlich Termes cingulatus Burm. Der von Hagen unter T. cingulatus beschriebene Soldat gehört nicht zu dieser, sondern zu einer weit verschiedenen Art, T. saliens m.

doppelt so hoch als dick. In meinem Walde herrschen die flachen, fladenförmigen Nester vor. Die Farbe ist ein bald helleres, bald dunkleres, fast schwarzes Grau. Gewöhnlich lassen sie sich mit der Hand zerbröckeln oder doch leicht mit dem Messer schneiden. Ungewöhnlich dunkelgefärbte und feste Nester fand ich kürzlich nahe dem Gipfel eines unserer höheren Berge (an der Itoupava). Man kann in der Regel zwei, freilich ohne scharfe Grenze ineinander übergehende Theile an diesen Nestern unterscheiden. Der obere Theil bildet eine fast dichte, nur von einzelnen engen Gängen durchzogene erdige Masse, in der sich lebende Wurzeln benachbarter Pflanzen (besonders die einer strauchartigen Piperacee) auszubreiten pflegen. Dieser Theil ist von den Bewohnern ziemlich verlassen. Der untere dichtbevölkerte Theil enthält zahlreiche für die winzigen Bewohner sehr weite, vorherrschend in wagerechter Richtung ausgedehnte unregelmässige Räume, die durch dicke Wände getrennt, und durch engere und weitere Gänge verbunden sind. Das königliche Zimmer ist nur durch seine Grösse, und nicht immer durch diese vor den übrigen Räumen ausgezeichnet und liegt in der Regel ziemlich in der Mitte des unteren Theiles. Mit einer erstaunlichen Menge von Eiern gefüllte Zellen verrathen seine Nähe. Der obere Theil des Nestes ist wahrscheinlich der ältere, dessen früher bewohnte Räume allmälig mit Koth vollständig ausgefüllt worden sind. Die Nester liegen lose am Boden, oder sind an demselben durch von unten eindringende Wurzeln befestigt. Gern lehnen sie sich an dicke vorspringende Baumwurzeln, und finden sich auch bisweilen in alten stark vermorschten Gissarastuken. Dasselbe Volk besitzt bisweilen, — doch scheint es bei dieser Art selten zu sein, — mehr als einen Bau. In einem kleinen, etwa faustgrossen Neste, in welchem keine Königin lebte, fand ich Eierhaufen und zahlreiche junge Brut; eine Königin fand sich in einem in der Nähe stehenden grösseren Neste. — Oeffnungen zum Ein- und Austritt der Bewohner finden sich nur an der unteren, dem Boden aufliegenden Seite des Nestes.

Die Bauten des Anoplotermes pacificus macht sich zuweilen ein winziger Eutermes (Eut. inquilinus m.[1])) zu Nutze, der keine eigenen Nester zu bauen scheint. Ich habe diesen Eutermes sowohl in Dona Francisca als hier in Nestern von Anoplotermes pacificus getroffen und zwar hier ein vollständiges Volk mit König,

---

1) Die geflügelten Thiere dieser Art kenne ich noch nicht. König und Königin habe ich mit Hagen's Monographie verglichen und halte danach die Art für unbeschrieben. Die Soldaten sind durch ihren hell bernsteingelben langnasigen Kopf sehr ausgezeichnet.

zwei Königinnen, Arbeitern, Soldaten, Eiern und Larven vom verschiedensten Alter. Ob der Eindringling den Erbauer des Nestes vertreibt oder nur alte verlassene Nester sich aneignet, weiss ich nicht. Das Letztere ist wohl wahrscheinlicher. Das Nest, in welchem ich ihn hier fand, war offenbar ein sehr altes und die dasselbe durchziehenden Wurzeln grossentheils verschimmelt. Es hausten darin ausserdem zwei Ameisenarten und durch den unteren Theil des Nestes ging eine Strasse von Termes Lespesii. — Eine kleine Gesellschaft von Eutermes inquilinus, nur aus Arbeitern und Soldaten bestehend, traf ich einmal in einem ganz alten, modrigen Neste von Termes Lespesii. Bemerkenswerth ist, dass die Arbeiter des Eutermes inquilinus denen des Anoplotermes pacificus täuschend ähnlich sehen, obwohl sich bei genauerer Untersuchung des äusseren und inneren Baues durchaus keine nähere Verwandtschaft beider Arten herausstellt.

Wie mancher alte Baumstumpf in seiner ganzen Ausdehnung von Gängen verschiedener Termitenarten durchzogen ist, (Calotermes im festeren Kerne, Eutermes im morscheren Splinte, Züge von Termes saliens oder Lespesii unter der Rinde), so ist auch der Boden des Urwaldes an manchen Stellen vollständig durchwühlt von Termiten und nicht selten durchziehen dieselbe Erdscholle gleichzeitig Gänge von drei bis vier verschiedenen Arten (Termes saliens, Lespesii, Anoplotermes ater (?), Eutermes sp.).

Von den Wohnungen dieser unterirdisch lebenden Termiten kenne ich bis jetzt nur die des Termes Lespesii m. [1]). Dieselben sind durch eine viel weitere Kluft von den aus einem ordnungslosen Gewirr unregelmässiger Räume bestehenden Nestern unserer Eutermes-Arten getrennt, als diese von den kaum den Namen einer Wohnung verdienenden Gängen der Calotermes, und gehören, wie die riesigen von Smeathman so trefflich geschilderten Hügel des Termes belli-

1) Diese Art ist dem Erdhügelnester bewohnenden T. similis Hag. äusserst ähnlich.

	T. similis Hag.	T. Lespesii F. M.
Länge mit den Flügeln:	22—27 Mm.	16—18 Mm.
Fühler:	15 gliederig,	13—15 gliederig.
2tes Fühlerglied:	so lang als breit,	viel länger als breit.
3tes Fühlerglied:	so lang als die folgenden,	bei 15gliederigen Fühlern klein und ringförmig.

Die Form der Oberlippe der Soldaten ist eine ganz verschiedene; bei T. similis beschreibt sie Hagen als »breit, nach vorn breiter, gerade abgeschnitten mit scharfen Vorderwinkeln; in der Mitte ein dreieckiger vorspringender Lappen angesetzt«. Nicht ein Wort dieser Beschreibung passt auf die Oberlippe des Soldaten von Termes Lespesii.

cosus, zu den merkwürdigsten Bauten, die überhaupt von Insecten aufgeführt werden.

Die Häuser des Termes Lespesii haben die Gestalt einer dicken, etwa spannenlangen Wurst oder einer Walze, um welche sich flache durch seichte Furchen geschiedene Wülste gürtelartig herumziehen. Auf 0,1 Meter kommen 9 bis 12 solcher Wülste. — Auf diesen Ringwülsten verlaufen schmale, etwa 2 Mm. breite Längswülste, jede von einer mittleren Längsfurche durchzogen (15 bis 20 auf 0,1 M.). — Diese Längswülste sind nicht immer genau gleichlaufend und ihre Entfernung ist sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Die meisten lassen sich über eine grössere Zahl von Querwülsten, viele über das ganze Haus hin verfolgen, andere nur über ein, zwei oder drei Querwülste. An alten Häusern treten sowohl Längs- als Querwülste weniger deutlich hervor, als an neueren; besonders bei letzteren öffnen sich beim Austrocknen an der Luft längs der Furchen, die die Längswülste durchziehen, sowie derjenigen welche die Ringwülste scheiden, schmale Risse oder Spalten. An beiden Enden des Hauses finden sich meist einige kurze Fortsätze und am Ende eines derselben, als einziger Zugang zu dem sonst völlig geschlossenen Hause, eine kleine runde Oeffnung.

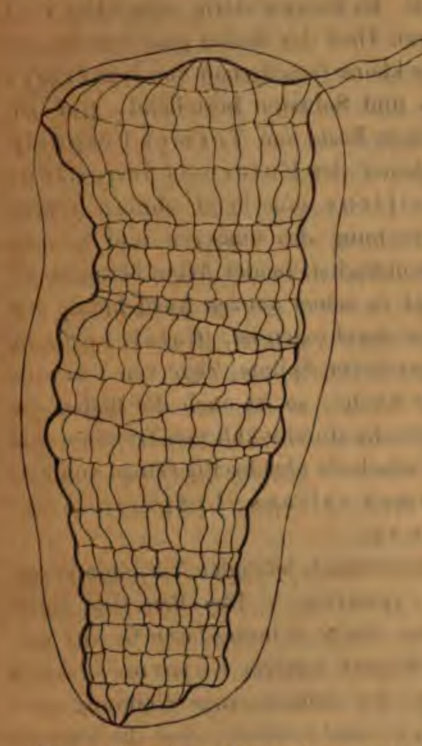


Fig. 3. Haus des Termes Lespesii ($^1/_2$ der nat. Gr.).

Um einen Einblick in das Innere des Hauses zu erhalten, wollen wir es der Länge nach durchschneiden. Wir sehen, dass es aus eben so vielen durch wagerechte Scheidewände geschiedenen Kammern oder Stockwerken besteht, als wir äusserlich Ringwülste wahrnahmen; wir sehen, dass die Ringwülste den Kammern, die Ringfurchen den Scheidewänden entsprechen. Wir erkennen auch sofort als Ursache der Risse, die beim Austrocknen entstehen, Röhren, welche die Wand des Hauses durchziehen und unter den Ring- und Längsfurchen verlaufen. — Jedes

Stockwerk hat die Gestalt einer flachen Schachtel mit bauchiger Aussenwand. Sehr häufig und vielleicht in allen Fällen, wo nicht äussere Hindernisse die Regelmässigkeit des Baues gestört haben, sind die Kammern fast genau kreisförmig. Ich habe mich davon wiederholt mit dem Zirkel überzeugt und bisweilen bei einem Halbmesser von etwa 3 Cm. keine 1 bis 2 Mm. überschreitenden Abweichungen gefunden. Würde ein Mensch wohl im Stande sein, ohne Werkzeuge mit dem 5- bis 6fachen seiner Länge als Halbmesser einen gleich fehlerfreien Kreis zu beschreiben?

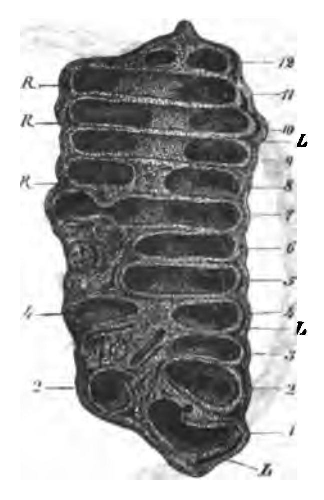


Fig. 4. Haus von Termes Lespesii, Längsschnitt, ½ der nat. Gr. *1* bis *12* die 12 Stockwerke des Hauses. *L* Längscanäle in der Aussenwand. *R* Ringcanäle zwischen den Stockwerken.

In jedem Stockwerke sind Boden und Decke durch einen dicken, oben und unten verbreiterten Pfeiler verbunden, der bald die Mitte einnimmt, bald mehr oder weniger dem Umfang genähert ist. Am Fusse des Pfeilers geht eine runde Oeffnung, die nur ein Thier auf einmal durchlässt, schief durch den Boden ins nächste Stockwerk. Geht man in derselben schief absteigenden Richtung, in der man in dieses Stockwerk eingetreten ist, an dessen Pfeiler weiter, so gelangt man, in der Mehrzahl der Fälle, zu dem am Fusse desselben gelegenen Ausgang. Auf diese Weise bildet der Weg, der vom obersten bis zum untersten Stockwerke durch die Scheidewände hindurch und an den Pfeilern entlang führt, eine Schraubenlinie oder eine Wendeltreppe, die man sich freilich nicht allzu regelmässig vorstellen darf. Ich gebe als Beispiel diesen Weg aus zwei Häusern, wie er sich gerade von oben gesehen (auf eine wagerechte Ebene projicirt) darstellen würde. Bei dem einen Hause (Fig 5) wurden Lage und Richtung der Verbindungswege für acht aufeinanderfolgende Scheidewände aufgezeichnet. Das Stockwerk *IX* liegt etwa 0,1 M. über Stockwerk *I*. — Vom ersten (untersten) Stockwerke bis ins fünfte bildet der Weg eine nach rechts aufsteigende Schraubenlinie; im fünften Stockwerk liegen Eingang und Ausgang sehr weit auseinander; es ist fast, als hätten die Baumeister auf diesem langen Wege die bis dahin verfolgte Richtung vergessen, da von da ab der Weg in entgegengesetzter Richtung, links aufsteigend, weiter geht. — Im zweiten Hause (Fig. 6) wurde der Weg durch zwölf Scheidewände hindurch verfolgt. Auch hier ändert sich die Richtung der Wendeltreppe, nachdem man im fünften Stockwerke

einen ungewöhnlich langen Weg zwischen Ein- und Ausgang zurückgelegt hat. Ausserdem sind in diesem Hause, wie das nicht selten vorkommt, mehrere Scheidewände von zwei Verbindungswegen durchsetzt. (Aus dem sechsten Stockwerk führen 6 und 6+ ins siebente, aus diesem 7 und 7+ ins achte; ebenso führt ein Nebenweg aus dem neunten ins elfte Stockwerk.) In solchen Fällen pflegen dann auch zwei Pfeiler, einer für jeden Durchgang, vorhanden zu sein. — Wege, die aus einem Stockwerke unmittelbar ins zweitfolgende führen und im Innern des Pfeilers des dazwischenliegenden verlaufen, (ein solcher Weg geht in Fig. 4 aus dem zweiten ins vierte Stockwerk), scheinen nur äusserst selten vorzukommen.

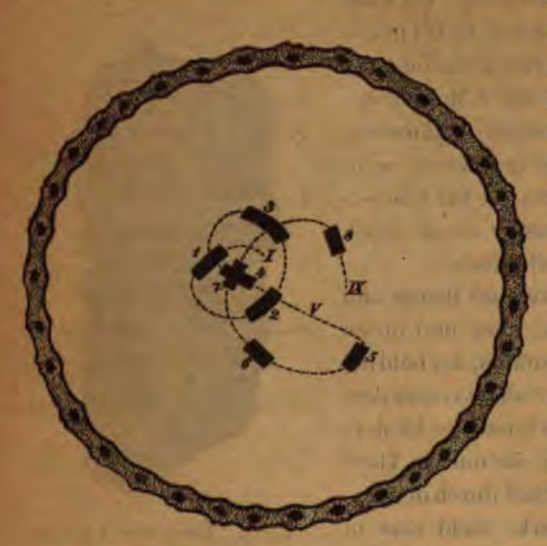


Fig. 5. Projection des aus dem ersten (*I*) ins neunte (*IX*) Stockwerk führenden Weges, aus einem Hause von Termes Lespesii, nat. Gr. *1* bis *8* die durch die Scheidewände der Stockwerke führenden Gänge.

Der Bauplan des Hauses ist, wie man sieht, ein sehr einfacher; eine meist zwischen 12 und 16 schwankende Zahl flacher kreisförmiger Stockwerke, geschieden durch wagerechte Scheidewände und verbunden durch eine Wendeltreppe, die an einem dicken mittleren Pfeiler hinläuft. Die Regelmässigkeit der Ausführung ist jedoch nur selten eine einigermassen vollkommene. Die Pfeiler stehen selten genau in der Mitte, selten in benachbarten Stockwerken genau übereinander. Ihre Dicke, wie



Fig. 6. Projection des aus dem ersten (*I*) ins dreizehnte (*XIII*) Stockwerk führenden Weges, aus einem Hause von Termes Lespesii, nat. Gr. *1* bis *12* die durch die Scheidewände führenden Gänge. *5 6+ 7+ VIII* Nebenweg aus dem sechsten ins achte Stockwerk. *8 9+ 10+ XI* Nebenweg aus dem neunten ins elfte Stockwerk.

die Form ihres Querschnittes ist sehr veränderlich. Bisweilen dehnen sie sich in die Breite zu Wänden aus, die nicht selten bis zur Aussenwand des Stockwerkes reichen (Fig. 7, *4*, so wie im dritten, fünften und sechsten Stockwerk des in Fig. 4 dargestellten Hauses). Ja es kommt vor, dass das Stockwerk durch den wandartigen Pfeiler vollständig in zwei Kammern geschieden wird (Fig. 7, *5*).

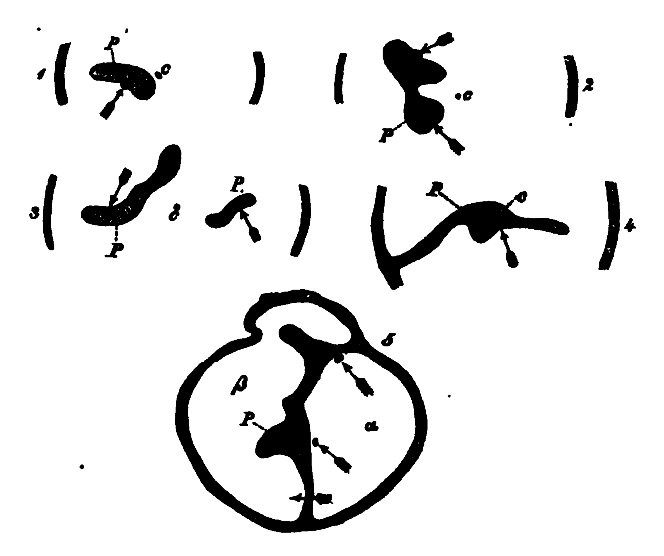


Fig. 7. Grundriss von fünf Stockwerken aus Häusern von Termes Lespesii, $^1/_2$ der nat. Gr. — *c* Mittelpunct der Kammer. *P* Pfeiler. — Die Pfeile zeigen den Weg ins nächstuntere Stockwerk. — *5* ist durch den wandartigen Pfeiler in zwei Kammern (*α* u. *β*) getheilt; aus *α* gehen zwei Wege ins nächstuntere Stockwerk, einer nach *β*; aus *β* führt kein Weg in das darunterliegende Stockwerk.

Die Stockwerke haben nicht immer alle die gleiche Höhe. Bisweilen ist Boden oder Decke geneigt, so dass ein und dasselbe Stockwerk auf einer Seite höher ist, als auf der anderen; oder es reicht ein Stockwerk nicht durch die ganze Breite des Hauses, so dass auf einer Seite das darüber und das darunter liegende Stockwerk in grösserer oder geringerer Ausdehnung zusammenstossen. (Für alle diese Unregelmässigkeiten liefert Fig. 3 Beispiele.) Nicht immer ist der Durchmesser für alle Stockwerke der gleiche; nicht selten ist er für die oberen kleiner. Nicht immer stehen die Stockwerke genau übereinander; das eine oder das andere springt nach dieser oder jener Seite vor. In einem Falle sprang jedes folgende Stockwerk nach derselben Seite und gleich stark über das

vorhergehende vor, so dass das ganze Haus einen ganz regelmässigen schiefen Thurm bildete. Eine ganz eigenthümliche Abweichung vom gewöhnlichen Bau zeigt das beistehend im Längsschnitt dargestellte Haus (Fig. 8); in seinem unteren Theile finden sich mehrere Kammern, die zusammen eine fast regelmässige Kugel bilden. — Grössere Unregelmässigkeiten der äusseren Form sind wahrscheinlich immer durch Steine, Wurzeln und ähnliche Hemmnisse veranlasst, denen die Thiere beim Ausgraben des Bauplatzes begegnen.



Fig. 8. Haus von Termes Lespesii, Längsschnitt, 1/2 der nat. Gr.

Von den Schwankungen der Grösse mögen die Masse von zehn ohne Wahl herausgegriffenen Häusern eine Vorstellung geben, die nachträglich nach der Zahl der Stockwerke geordnet wurden:

	Zahl der Stockwerke.	Höhe.	Durchmesser.
I	12	11 Cm.	5—6 Cm.
II	12	12 -	5—6 -
III	12	12 -	6—7 -
IV	13	12,5-	6—8 -
V	14	14 -	4,5—7 -
VI	14	14 -	6—7 -
VII	15	13 -	6—8 -
VIII	21	19 -	4—7 -
IX	22	20 -	5—6 -
X	24	20 -	3,5—5 -

Die Wände des Hauses und die Scheidewände bestehen nicht aus einer gleichförmigen dichten Masse. Ich sagte bereits, dass sie von ziemlich regelmässig angeordneten Röhren durchzogen sind. An der nachstehend abgebildeten äusseren Oberfläche eines neu angebauten Stockwerkes gewahrt man tiefe Furchen, welche von der Seitenwand her auf die obere Wand treten und mehr oder weniger weit nach deren Mitte sich hinziehen. — Den Furchen entsprechend springt die noch dünne Wand nach innen leistenartig vor. Später werden diese leisten-

artigen Vorsprünge mehr oder weniger vollständig ausgeglichen. — Ein solches neu aufgesetztes Stockwerk steht, die Mittelsäule ausgenommen, nur in sehr loser Verbindung mit dem nächst älteren; hebt man es ab, so sieht man, dass seine Wand unten in zwei Platten gespalten ist, welche die Decke des darunter liegenden Stockwerkes in zwei, etwa 4 bis 8 Mm. von einander entfernten Kreisen treffen. So entsteht ein Ringcanal zwischen je zwei Stockwerken, und da die Furchen auf der äusseren Fläche der Wand erst überbrückt und zu Röhren geschlossen werden, nachdem ein folgendes Stockwerk aufgesetzt ist, bleiben natürlich diese Röhren mit dem Ringcanal in offener Verbindung. Dagegen sind die unter sich zusammenhängenden das ganze Haus durchziehenden Röhren in dem fertigen Hause vollständig abgeschlossen sowohl gegen aussen, als gegen die inneren Räume des Hauses. Diese Bauweise des Termes Lespesii, die von einem Netzwerk hohler Räume durchzogenen Wände, hat man bekanntlich in neuester Zeit auch für menschliche Wohnungen empfohlen; ob sie den Häusern des ersteren denselben Dienst leistet, den man für letztere davon erwartet, nämlich den Luftwechsel zu erleichtern, lasse ich dahingestellt.



Fig. 9. Dach eines neugebauten Stockwerks eines Hauses von Termes Lespesii, von oben, $1/2$ der nat. Gr.

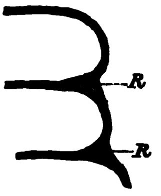


Fig. 10. Längsschnitt durch die Wand zweier neugebauten Stockwerke eines Hauses von Termes Lespesii, nat. Gr. R Ringcanal.

Termes Lespesii verwendet zum Bau seines Hauses nicht ausschliesslich seinen Koth, obwohl dieser die Hauptmasse bildet, sondern gleichzeitig die lehmige oder thonige Erde, in der er dasselbe baut. Die erste dünne Wand eines neuen Stockwerkes besteht fast immer aus reinem Koth. Dickere Lagen von reinem Lehm pflegen die Thiere besonders in den von den Längs- und Ringcanälen umgrenzten Feldern der Aussenwand, sowohl an der Innen-, wie an der Aussenseite der ersten dünnen Kothwand aufzutragen. Aussen werden diese dann wieder mit einer Kothschicht bedeckt. Anderwärts, so namentlich in den Scheidewänden ist der Lehm meist nur in dünnen Streifen, Plättchen oder einzelnen Körnchen zwischen den Koth eingelagert.

Die Häuser von Termes Lespesii werden in der Erde angelegt, eine Handbreit bis eine Spanne unter der Oberfläche. Als Bauplatz wird eine Höhle gegraben, die einen etwa fingerbreiten leeren Raum

um das Haus bildet (s. Fig. 3). Mit den glatten Wänden dieser Höhle steht das Nest durch eine kleine Zahl vom oberen und unteren Ende ausgehender Fortsätze in Verbindung. Durch einen derselben (selten durch mehrere) führt ein Weg aus dem untersten Stockwerke in federkieldicke mit einer dünnen bräunlichen Kothschicht ausgekleidete Röhren, die die Erde auf weite Entfernung durchziehen, und hier und da zu kleinen unregelmässigen Kammern sich erweitern. Sie führen zu alten Baumstumpfen, unter deren Rinde Termes Lespesii bisweilen getroffen wird, zu Gissara-Stuken u. s. w., und ohne Zweifel auch zu anderen Häusern.

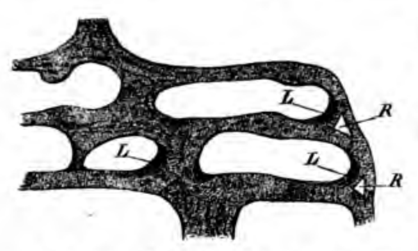


Fig. 11. Längsschnitt durch einige Kammern eines älteren (dickwandigen) Hauses von Termes Lespesii. Nat. Gr. Der in die feste Grundmasse eingelagerte Lehm ist durch dunklere Punkte und Striche bezeichnet. Grössere Anhäufungen von Lehm bei *L*. — *R* Ringcanal.

Werfen wir zum Schlusse noch einen flüchtigen Blick auf die in den eben beschriebenen Häusern lebenden Thiere, deren Bau und Lebensweise ich später ausführlicher zu besprechen gedenke. — Unter mindestens dreissig Häusern, die ich in den letzten Monaten geöffnet und von denen ich allerdings die Mehrzahl schon mehr oder minder zerbrochen erhielt, waren nur drei von einer Königin bewohnt; in dem einen fand sich der König in derselben, in dem zweiten in einer benachbarten Kammer; in dem dritten Hause, von dem ich nur ein Bruchstück bekam, wurde er nicht gefunden. In diesen drei Häusern befanden sich ausser König und Königin nur Arbeiter und Soldaten, aber weder Eier und Larven, noch Nymphen oder geflügelte Männchen und Weibchen, von denen letztere in vielen, Larven fast in allen übrigen Häusern zu finden waren. Von Eiern traf ich nur ein einziges Mal einen grösseren Haufen von vielleicht einigen Hunderten, ein paar mal wenige einzelne Eier. — Eier in grösster Menge und junge Larven habe ich dagegen einmal (im October v. J.) zwischen den Wurzeln eines Gissara-Stukens gefunden, der also von den Thieren als Brüteplatz benutzt wurde. Die Streifzüge, die man ausser dem Neste in den unterirdischen Gängen oder unter Baumrinde antrifft, bestehen wie bei anderen Arten nur aus Arbeitern und Soldaten. Das Vorkommen einer Königin in nur wenigen Häusern und das Fehlen der Eier und Jugendformen gerade in diesen Häusern beweist, dass dasselbe Volk mehrere Häuser besitzt, wenn überhaupt wie bei den Bienen, gesonderte Völker bestehen und wenn man nicht auch hier, wie es Bates bei Termes

arenarius annimmt, für einen bestimmten Bezirk »die ganze Masse von dieser Art Termiten als eine einzige grosse Familie betrachten« muss[1]).

Bricht man ein kleines Loch in eine Wand des Hauses von Termes Lespesii, so kann man ganz wie bei den Baumnestern, die Soldaten sehr bedächtig den Schaden untersuchen und dann die Arbeiter mit ihrem Koth denselben wieder ausbessern sehen. Reisst man aber ein grösseres Stück der Wand eines Stockwerkes weg, so ziehen sich die Thiere in die nächstliegenden Stockwerke zurück und schliessen mit Koth die engen Eingänge zu denselben, wozu sie natürlich nur wenig Zeit brauchen. Auf diese Weise lässt sich das Haus leicht Stockwerk für Stockwerk gegen eindringende Feinde vertheidigen.

Termes saliens m.[2]) gräbt ähnliche weithin laufende, mit Koth ausgekleidete Gänge, wie T. Lespesii. Sie sind in der Regel etwas weiter, viel häufiger zu grösseren niedrigen Kammern erweitert, der Kothüberzug meist dunkler. Bald laufen sie fast unmittelbar unter der Oberfläche, bald steigen sie bis über fusstief hinab. In solchen tieferliegenden Gängen habe ich erwachsene Nymphen in grosser Zahl getroffen. Eier und junge Brut findet man nicht selten zwischen den Wurzeln der Gissara-Stuken, wo ich auch einmal zwei geflügelte Thiere sah. Züge von Arbeitern und Soldaten gehen auch unter die Rinde modernder Bäume. — Wahrscheinlich wird als Wohnsitz des königlichen Paares ein unterirdisches Haus gebaut. Dass es eine zweite Art unterirdischer Termitennester hier gebe, hat man mir mehrfach berichtet; sie sollen sehr hart, über kopfgross, rundlich und mit einer Art Stiel versehen sein, im Innern aber nicht so regelmässige Kammern haben wie die von Termes Lespesii. Von den mir bekannten Arten könnte nur Termes saliens diese Nester gebaut haben. Ich selbst habe noch keins gesehen.

Itajahy, Sª. Catharina, Brazil, im Juli 1872.

1) Linnaea entomol. XII, S. 273.

2) Zu dieser Art oder einer kaum verschiedenen gehört der von Hagen unter Termes cingulatus beschriebene und (Linnaea entomol. XII. Taf I. Fig. 13) abgebildete Soldat. Mit ihren gewaltigen zum Beissen untauglichen Kinnbacken können die Soldaten von Termes saliens nach Art der Odontomachiden über fussweite Sprünge nach rückwärts machen. »Maxillis longis altissime resiliens« sagt von den Termiten schon Linné, der also von ähnlichen Soldaten Kunde haben musste. Nahe verwandt scheint der ebenda Taf. I. Fig. 15 abgebildete Soldat zu sein. Man kann diese Thiere kaum in der Gattung Termes belassen, die wohl am besten auf die Arten zu beschränken wäre, deren Soldaten scharfe beissende Kinnbacken (Mandibeln) haben und eines horn- oder nasenartigen Fortsatzes am Kopfe entbehren.

Nachtrag.

Weit seltener als die Erbauer der Baumnester und die zwischen Gissarawurzeln hausenden Eutermes kommt hier eine dritte Art dieser Gattung vor, die wie jene beiden gelbgraue Flügel mit rostgelbem Randfelde besitzt. Ihre Wohnungen bilden ansehnliche Kugeln, die im Urwalde lose am Boden liegen. Während die Baumnester durchweg fast gleich dicke und gleich harte Wände haben und während bei den unter Gissara-Stuken häufigen Nestern ein fester Kern von einem lockeren Gefüge papierartig dünner bröcklicher Wände umgeben ist, umschliesst bei diesen Kugelnestern eine ungemein harte dicke Schale die lockrere, weichere Mitte. Stehen sie hierdurch in geradem Gegensatz zu den Gissara-Nestern, so stimmen sie mit diesen darin überein, dass ihr Gefüge kein so völlig regelloses ist, wie bei den Baumnestern, dass vielmehr ihre vorwiegend in tangentialer Richtung ausgedehnten Räume eine mehr oder minder regelmässige concentrische Anordnung zeigen.

Ich hatte kürzlich Gelegenheit, eines dieser Kugelnester zu untersuchen. Dasselbe hatte etwa 1 Meter Durchmesser; die Höhe war etwas geringer, als der wagerechte Durchmesser, da der sonst fast regelmässigen Kugel unten, wo sie dem Boden auflag, ein Abschnitt fehlte. Die Oberfläche des Baues war mit kleinen Moosen und Lebermoosen bewachsen. Die harte Schale, die abzusprengen manchen kräftigen Hieb einer schweren Holzaxt erforderte, war fast einen Fuss dick. Sie bestand aus stellenweise ziemlich regelmässig concentrischen durchschnittlich etwa 2 Mm. dicken Wänden, die durch zahlreiche Pfeiler und unregelmässige Wände verbunden waren. Bei mehreren Zählungen fand ich in der Richtung des Halbmessers 16 bis 18 concentrische Räume auf 0,1 M. — Nach der Mitte des Nestes zu wurden die Wände allmälig dünner; der innerste Kern war leicht mit der Hand zu zerbröckeln. Hier wurde, leider durch einen Axthieb völlig zerquetscht, die Königin angetroffen; sie war durch kein besonderes, festwandiges Zimmer beschützt, welches durch die dicke harte Schale des ganzen Nestes überflüssig gemacht ist. Um sie herum fanden sich Eier und junge Brut in ganz unglaublicher Menge. Zahllose geflügelte Männchen und Weibchen hielten sich ausschliesslich in den Räumen der harten Rinde des Baues auf.

Im Innern dieses Nestes herrschte eine ziemlich bedeutende Wärme; sie schien mir etwa der Blutwärme gleich zu sein, eher höher, als niedriger. Mitten im Winter und in tiefem Waldesschatten konnte diese Wärme natürlich nur von den Bewohnern des Nestes selbst erzeugt sein. — Einen saueren Geruch, von dem Beobachter anderer Arten sprechen, habe ich eben so wenig bei diesem grossen Kugelneste, als bei den Nestern anderer hiesiger Arten wahrgenommen. Der nicht sehr starke Geruch war vielmehr hier, wie bei den Baumnestern ein ganz eigenthümlich harziger.

Itajahy, Ende Juli 1872.

Ueber die Einwirkung einiger Chloride auf Natriumalkoholat.

Von

A. Geuther und **F. Brockhoff.**

I. Phosphorpentachlorid u. Natriumalkoholat.

Die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Natriumalkoholat konnte möglicherweise unter Bildung von Natriumchlorid und dem Aether der Perhydroxylphosphorsäure nach der Gleichung verlaufen:

$$PCl^5 + 5\ C^2H^5NaO = 5\ NaCl + P(OC^2H^5)^5.$$

Die beiden Körper wurden nach diesem Verhältniss in der Weise auf einander einwirken gelassen, dass zu dem mit Hülfe von 5 Grm. Natrium in einer Retorte dargestellten ganz alkoholfreien Natriumalkoholat das in einem Kochfläschchen, dessen Hals mit dem Tubulus der Retorte durch Gummischlauch verbunden war, befindliche Phosphorpentachlorid allmälig fallen gelassen wurde. Die Einwirkung ist lebhaft und findet unter starker Wärmeentwicklung statt, dabei entweicht ein mit grüngesäumter Flamme brennendes Gas von den Eigenschaften des Aethylchlorids. Nachdem alles Phosphorpentachlorid zugegeben worden war, wurde die Retorte mit aufgerichtetem Kühler verbunden und längere Zeit im Wasserbade erhitzt. Darnach wurde der Kühler umgedreht und der Retorteninhalt im Oelbade einer allmälig steigenden Temperatur bis 220° ausgesetzt. Die Menge der überdestillirenden Flüssigkeit war nur gering, sie bestand aus einem unter 100° und einem über 200° übergehenden Theil. Die erstere war gewöhnlicher Alkohol, die letztere bei 215° siedender Phosphorsäureaether: $PO(OC^2H^5)^3$. Der in der Retorte verbliebene Rückstand bestand aus unverändertem Natriumalkoholat und Natriumchlorid; Natriumphosphat konnte in seiner wässrigen Lösung nicht nachgewiesen werden, wohl aber aetherphosphorsaures Salz, denn als derselbe mit Natriumcarbonat und Natriumnitrat im Platintiegel eingedampft und geschmolzen worden war, gab er be-

trächtliche Phosphorsäurereaction. Darnach verläuft die Einwirkung also nicht nach obiger, sondern offenbar nach folgender Gleichung:

$$PCl^5 + 4\ C^2H^5ONa = 4\ NaCl + C^2H^5Cl + PO(OC^2H^5)^3,$$

welche sich zusammensetzt aus den beiden:

$$PCl^5 + C^2H^5ONa = POCl^3 + C^2H^5Cl + NaCl$$
$$POCl^3 + 3\ C^2H^5ONa = PO(OC^2H^5)^3 + 3\ NaCl.$$

II. Perchloraethylen u. Natriumalkoholat.

Die Einwirkung von Perchloraethylen auf alkoholhaltiges Natriumalkoholat ist vor längerer Zeit von dem Einen von uns und Fischer[1]) untersucht worden. Es entstehen dabei hauptsächlich ausser Natriumchlorid, aetherglyoxylsaures Natron und Dichloressigsäureaether und dann noch in geringerer Menge zwei ölförmige Körper von der Zusammensetzung: $C^4H^5Cl^3O$ (Siedep. 153°) und $C^8H^{16}Cl^2O^3$ (Siedep. 205°). Die Constitution der Letzteren war damals nicht klar geworden, sie können indess jetzt, seit der Eine von uns die Einwirkung von zweifach gechlortem Chloraethyl auf Natriumalkoholat studirt und dabei ausser Natriumchlorid und Essigaether auch die Bildung von Monochlor-aethoxyl-Aethylen und von dreibasischen Essigsäureaether nachgewiesen hat[2]), gedeutet werden. Das Erstere ist nämlich Trichlor-aethoxyl-Aethylen: $C\genfrac{}{}{0pt}{}{CCl^2}{Cl(OC^2H^5)}$, das Letztere dreibasischer Dichloressigsäureaether: $C\genfrac{}{}{0pt}{}{CHCl^2}{(OC^2H^5)^3}$.

Obwohl beide Verbindungen, hauptsächlich die Letztere, in verhältnissmässig nur sehr geringer Menge entstehen, so sind sie doch von grosser Wichtigkeit für das Verständniss des ganzen Hergangs und der Entstehung der übrigen Producte, welche aus ihnen auf einfache Weise hervorgehen.

Das Trichlor-aethoxyl-Aethylen ist das einfachste Umsetzungsproduct des Perchloraethylens, es entsteht durch Auswechslung von 1 Mgt. Chlor gegen 1 Mgt. Aethoxyl nach der Geichung:

$$C\genfrac{}{}{0pt}{}{CCl^2}{Cl^2} + C^2H^5ONa = C\genfrac{}{}{0pt}{}{CCl^2}{Cl(OC^2H^5)} + NaCl.$$

Der dreibasische Dichloressigsäureaether, welcher nicht mehr ein Abkömmling des Aethylens, sondern des Aethans ist, kann aus

1) Diese Zeitschrift Bd. I, p. 47 u. 167.
2) Ebend. Bd. VI, p. 221.

dem Trichlor-aethoxyl-Aethylen durch Natriumalkoholat nur unter Mitwirkung von Alkohol entstehen und zwar in der Art, dass als Zwischenglied der Reaction erst Dichlor-diaethoxyl-Aethylen gebildet wird, welches aber sofort unter Aufnahme von 1 Mgt. Alkohol den dreibasischen Aether erzeugt:

$$C\begin{matrix}CCl^2\\ Cl(OC^2H^5)\end{matrix} + C^2H^5ONa = C\begin{matrix}CCl^2\\ (OC^2H^5)^2\end{matrix} + NaCl$$

$$C\begin{matrix}CCl^2\\ (OC^2H^5)^2\end{matrix} + C^2H^5OH = C\begin{matrix}CHCl^2\\ (OC^2H^5)^3\end{matrix}.$$

Der *einbasische Dichloressigsäureaether* geht aus dem dreibasischen Aether durch die Einwirkung von Wasser hervor, welcher theils hygroscopischen Ursprungs sein kann, der Hauptsache nach aber entsteht bei der Bildung brauner harzartiger Säuren, welche in nicht unbeträchtlicher Menge stets mit erzeugt werden [1]):

$$C\begin{matrix}CHCl^2\\ (OC^2H^5)^3\end{matrix} + OH^2 = C\begin{matrix}CHCl^2\\ O\\ OC^2H^5\end{matrix} + C^2H^5OH.$$

Dieser Aether liefert durch Umsetzung mit Natriumalkoholat zunächst Diaethylglyoxylsäureaether, welche Verbindung bei der Einwirkung von durch Wasser entstehendes Natriumhydroxyd in Alkohol und *Diaethylglyoxylsaures Natron* übergeführt wird:

$$C\begin{matrix}CHCl^2\\ O\\ OC^2H^5\end{matrix} + 2\ C^2H^5ONa = C\begin{matrix}CH(OC^2H^5)^2\\ O\\ OC^2H^5\end{matrix} + 2\ NaCl$$

$$C\begin{matrix}CH(OC^2H^5)^2\\ O\\ OC^2H^5\end{matrix} + NaOH = C\begin{matrix}CH(OC^2H^5)^2\\ O\\ ONa\end{matrix} + C^2H^5OH.$$

Wenn sich so in einfacher Aufeinanderfolge die verschiedenen Producte aus dem Trichlor-aethoxyl-Aethylen durch dauernde Einwirkung von Natriumalkoholat, Alkohol und Wasser ergeben, so leuchtet ein, muss von diesem Product eine um so grössere Menge gebildet werden, je verhältnissmässig kürzer die Einwirkung des Natriumalkoholats auf das Perchloraethylen dauert und je niedriger die Temperatur ist, bei welcher die Umsetzung erfolgt. Das ist, wie unsere Versuche gezeigt haben, auch in der That der Fall. Wenn man 1 Mgt Perchloraethylen mit 1 Mgt. alkoholischem Natriumalkoholat im Wasserbade am umgekehrten Kühler *eine Stunde* lang erhitzt, so hat sich die Zersetzung vollendet, freilich nicht in der Art, dass man nun an Stelle des Perchloraethylens die entsprechende Menge Trichloraethoxylaethylen gebildet fände, denn es bleibt

1) Vergl. Fischer u. Geuther, diese Zeitschrift Bd. I, p. 48 u. Schreiber ebend. Bd. V, p. 374.

immer eine beträchtliche Menge von Perchloraethylen unzersetzt und wird dafür Trichloraethoxylaethylen weiter verändert, aber doch so, dass von nun an kein Perchloraethylen mehr umgesetzt wird. Die braun gewordene Flüssigkeit, in welcher sich viel Kochsalz abgeschieden hat, wird mit Wasser verdünnt, die hellbraune wässrige Lösung von der dunkelbraunen Oelschicht getrennt, letztere über Calciumchlorid getrocknet und rectificirt. Das unter 130° Destillirende, hauptsächlich aus unverändertem Perchloraethylen bestehend, wird immer von Neuem der gleichen Einwirkung ausgesetzt und das über 130° Destillirende weiter rectificirt. Es besteht aus Perchloraethylen, aus Trichlor-aethoxyl-Aethylen, und wenig über 160° Siedendem. Als auf diese Weise 60 Grm. Perchloraethylen verarbeitet wurden, bis davon nichts unzersetzt mehr vorhanden war, wurden erhalten 15 Grm. Trichlor-aethoxyl-Aethylen und etwa 1 Grm. Höhersiedendes d. h. der Hauptsache nach dreibasischer Dichloressigsäureaether. Von gewöhnlichem Dichloressigsäureaether, der den gleichen Siedepunct wie das Trichlor-aethoxyl-Aethylen besitzt war kaum etwas entstanden, da das erhaltene Product nach dem häufigen Schütteln und Stehenlassen mit conc. wässrigen Ammoniak kaum eine Volumverminderung erlitt. Das so gereinigte Product stellt, wie auch eine neue Analyse bestätigte, das reine bei 152—153° uncorr. siedende Trichlor-aethoxyl-Aethylen dar.

Der Grund, weshalb nur $\frac{1}{4}$ dieser Verbindung aus dem angewandten Perchloraethylen gebildet wird, liegt offenbar einestheils darin, dass dieselbe ebenso leicht, als das Letztere, von Natriumalkoholat weiter verändert wird. Deshalb entsteht eine geringe Menge von dreibasischem Dichloressigsäureaether und wie die Untersuchung der in Wasser löslichen Natriumsalze gelehrt hat eine grössere Menge desjenigen der Aetherglyoxylsäure. Von den 60 Grm. Perchloraethylen wurden 12,7 Grm. des Salzes erhalten, als die wässrige Lösung mit Kohlensäure übersättigt nach dem Eindampfen zur Trockne mit absol. Alkohol ausgezogen und das darin Gelöste durch mehrmalig erneutes Auflösen und Abfiltriren des ungelöst Bleibenden gereinigt worden war. Gefunden wurden 19,0 Proc. Natriumoxyd, während sich für das aetherglyoxylsaure Natron 18,2 Proc. berechnen.

Wie leicht in der That das Trichloraethoxylaethylen sich in aetherglycolsaures Natron durch alkoholisches Natriumalkoholat verwandeln lässt, zeigen folgende Versuche, welche eigentlich unternommen worden sind, um es in den dreibasischen Dichloressigsäureaether nach der Gleichung:

$$C^4H^5ClO^3 + C^2H^5NaO + C^2H^6O = C^8H^{16}Cl^2O^3 + NaCl$$

überzuführen.

3,4 Grm. desselben wurden mit aus 0,5 Grm. Natrium dargestellten überschüssigen Alkohol enthaltendem Alkoholat in ein Rohr eingeschlossen. Nach kurzer Zeit trat schon bei gewöhnlicher Temperatur die Ausscheidung von Natriumchlorid ein. Das Rohr wurde darauf während etwa vier Stunden im Wasserbade erhitzt und darauf nach dem Erkalten geöffnet. Es war kein Druck vorhanden. Durch Zusatz von Wasser wurde Oel abgeschieden, dessen Menge nach dem Trocknen 1,3 Grm. betrug und bei etwa 150° destillirte. Beim Schütteln mit conc. wässrigen Ammoniak verschwand nur wenig davon, es war also nur wenig vom einbas. Aether der Dichloressigsäure entstanden, deren Ammoniumsalz in geringer Menge nach dem Verdunsten des Ammoniaks concentrisch strahlig krystallisirt und an der Luft schnell zerfliessend zurückblieb. Die natriumhaltige wässrige Lösung lieferte nach dem Uebersättigen mit Kohlensäure, Eindampfen zur Trockne und Ausziehen mit absol. Alkohol 0,7 Grm. gelblich gefärbtes zerfliessliches Salz, dessen Natriumoxydgehalt zu 18,6 Proc. gefunden wurde, also aetherglyoxylsaures Salz war, welches 18,2 Proc. verlangt.

Darnach wurden 6,2 Grm. Trichloraethoxylaethylen mit 2 Grm. d. h. der berechneten Menge absol. Alkohol vermischt und zu der berechneten Menge alkoholfreiem Natriumalkoholat fliessen gelassen, welches sich in einem Kochfläschchen befand, das am umgekehrten Kühler befestigt war, dessen oberes Ende mittelst eines Glasrohrs unter einer etwa 250 Mm. hohen Quecksilbersäule endigte. Nachdem ebenfalls vier Stunden im Wasserbade erhitzt worden war, wurde wie im vorigen Versuch verfahren. Es wurden erhalten 4,2 Grm. Oel, das durch Schütteln mit wässrigem Ammoniak nur eine geringe Volumverminderung zeigte und bei 150—160° siedete, also unverändertes Trichloraethoxylaethylen war und aus der wässrigen Lösung 1,1 Grm. zerfliessliches in absol. Alkohol leicht lösliches aetherglyoxylsaures Natron.

Diese Versuche zeigen zugleich, dass man zu grösseren Mengen von dreibas. Dichloressigsäureaether auf diese Weise nicht gelangen kann. Ob die Bildung dieser Verbindung reichlicher eintritt, wenn man umgekehrt verfährt und das alkoholische Natriumalkoholat in absoluten Alkohol gelöst zu überschüssigem Trichlor-aethoxyl-Aethylen treten lässt, muss der Versuch noch entscheiden.

Ganz in Uebereinstimmung mit dieser Zersetzung des Trichloraethoxylaethylens steht diejenige, welche es durch Wasser bei 160° erleidet. Dieselbe ist von dem Einen von uns schon früher studirt worden[1], so dass an sie hier nur erinnert zu werden braucht, es ver-

[1] Vergl. d. Zeitschrift Bd. I, p. 169.

wandelt sich dabei nämlich in Glyoxylsäure, Alkohol und Chlorwasserstoff nach der Gleichung:

$$C\begin{matrix}CCl^2\\Cl(OC^2H^5)\end{matrix} + 4\ OH^2 = C\begin{matrix}CH(OH)^2\\O\\OH\end{matrix} + C^2H^5OH + 3\ ClH.$$

Auf das Perchloraethylen haben wir schliesslich auch noch das alkoholfreie Natriumalkoholat einwirken lassen. Dabei entstehen dieselben Producte aber in geringerer Menge, gleichzeitig tritt ein mit blauer Flamme brennendes Gas auf, das nicht näher untersucht wurde und viel brauner Farbstoff; das bei weitem meiste Perchloraethylen bleibt unverändert.

III. Perchloraethan u. Natriumalkoholat.

Es wurden angewandt auf 1 Mgt. Perchloraethan 6 Mgte. alkoholfreies Natriumalkoholat. Das Erstere wurde vor dem Zufügen zu Letzterem in wasserfreiem Aether gelöst. Da ein Versuch, bei welchem diese Körper im verschlossenen Rohr zusammenkamen, gezeigt hatte, dass bei 50° noch keine Einwirkung statt hat, bei 100° aber nach einstündiger Digestion die Röhre zersprengt wird, so wurde das Natriumalkoholat in einem Retörtchen bereitet, dieses sodann mit einem umgekehrten Kühler verbunden, dessen offenes Ende mit einem Glasrohr verschlossen war, das in einem Cylinder unter einer Quecksilbersäule von 250 Mm. Höhe sich öffnete und die aetherische Lösung von Perchloraethan zugegeben. Es wurde im Oelbad langsam bis 100° erhitzt und da die Temperatur während einer Stunde erhalten. Der Aether destillirte meist fort und sammelte sich über dem Quecksilber, ausser einer Bräunung der Masse, war von Einwirkung nichts bemerkbar. Als nun die Hitze allmälig gesteigert wurde, traten bei etwa 118° auf einmal starke Dämpfe auf und fand die lebhafte Entwicklung eines mit nicht leuchtender Flamme brennbaren Gases statt. Die letztere verminderte sich bald und hörte, als die Temperatur bis 140° gestiegen war, ganz auf. Der Inhalt der Retorte wurde nun abdestillirt. Das Destillat bestand zum Theil aus Aether und Alkohol, die durch Waschen mit Wasser entfernt wurden, während ein schwereres Oel zurückblieb, das nach dem Entwässern bei der Destillation unter 130° ganz übergegangen war. Die fractionirte Destillation zeigte, dass der grösste Theil bei 122° siedete, also Perchloraethylen war, wie auch die Analyse zeigte, während der geringere Theil einen höheren Siedepunct besass und an feuchter Luft sich in Krystalle von Oxalsäure und Chlorwasserstoffgas zerlegte, sich also wie Trichlor-aethoxyl-Aethylen verhielt.

Bei einem zweiten ebenso angestellten Versuch begann die Einwirkung unter Gasentwicklung schon bei 106° und bei einem dritten Versuch schon bei 110°. Als beim zweiten Versuch sogleich während der lebhaften Einwirkung abdestillirt wurde, ging Anfangs gleichfalls Flüssigkeit, später aber ein krystallinisch erstarrender Körper über. Der Letztere hatte das Ansehen und den Geruch des Perchloraethans. Er war auch in Alkohol schwer löslich und zeigte, nachdem er damit gehörig abgewaschen und über Schwefelsäure wieder völlig getrocknet worden war, den Schmelzpunct 179°[1]).

Die überdestillirte Flüssigkeit wurde mit Wasser gewaschen, über Chlorcalcium getrocknet und von Neuem rectificirt. Die Hauptmenge ging zwischen 120 und 130° über, war also Perchloraethylen. Beim dritten Versuch wurde am umgekehrten Kühler bis 180° die Retorte im Oelbade heiss werden gelassen. Als bei dieser Temperatur von Neuem Gasentwicklung eintrat wurde überdestillirt. Das Destillat war wieder vollkommen flüssig und bestand wieder zum grössten Theil aus Perchloraethylen und wenig Höhersiedendem. Als die im ersten und dritten Versuch erhaltenen über 130° siedenden Mengen vereinigt der fractionirten Destillation unterworfen wurden, zeigte es sich, dass dieselben aus Perchloraethylen, aus Trichlor-aethoxyl-Aethylen und dem dreibasischen Aether der Dichloressigsäure bestanden, also Veränderungsproducte waren, welche aus dem in grösserer Menge gebildeten Perchloraethylen hervorgegangen waren.

Die bei diesen drei Versuchen erhaltenen braunen Retortenrückstände, welche zum grössten Theil augenscheinlich noch aus unverändertem Natriumalkoholat bestanden, wurden mit Wasser behandelt. Dabei blieb ein dunkelbrauner, in Alkalien, Säuren, Alkohol und Aether unlöslicher harzartiger Körper zurück, während eine braune stark alkalische Lösung entstand. Aus dieser schied sich, nach dem vorsichtigen Ansäuren mit Salzsäure, ebenfalls ein brauner Körper aus. Im Filtrat davon konnte etwas Oxalsäure nachgewiesen werden, dasselbe wurde mit Natriumcarbonat übersättigt auf dem Wasserbade zur Trockne ver-

1) Der Schmelzpunct des Perchloraethans aber wird von Regnault zu 160° angegeben, welche Zahl in die Lehrbücher allgemein übergegangen ist. Wäre die letztere richtig, so hätten die oben erwähnten Krystalle nicht Perchloraethan sein können. Als indessen mit reinem, wiederholt mit Alkohol gewaschenen und darauf über Schwefelsäure getrocknetem Perchloraethan eine Schmelzpunctbestimmung vorgenommen wurde, so ergab dieselbe den gleichen Schmelzpunct 179°. Der von Regnault gefundene niedrigere Schmelzpunct hat wahrscheinlich seinen Grund in einer ihm noch angehangenen kleinen Menge von dreifachgechlorten Aethylenchlorid.

dampft und mit Alkohol vollständig ausgezogen. Dieser Auszug enthält ausser einer geringen Menge von Natriumchlorid zwei Natriumsalze, ein in der Luft zerfliessliches und in abs. Alkohol sehr leicht lösliches, welches in grösserer Menge vorhanden ist und ein darin schwerer lösliches. Der Rückstand wurde zur Entfernung des Natriumchlorids wiederholt in der kleinsten Menge abs. Alkohols gelöst und dann mit einer geringeren, als zur Lösung nothwendigen Menge desselben in der Kälte digerirt. Das zurückgebliebene Salz wurde auf seinen Natriumgehalt untersucht. Es enthielt nach Berücksichtigung einer kleinen Menge Natriumchlorids: 36,2 Proc. Natriumoxyd. Darnach konnte es nicht wohl etwas anderes als noch etwas verunreinigtes Natriumacetat sein, welches 37,8 Proc. Natriumoxyd verlangt. Es wurde nochmals mit neuem absol. Alkohol digerirt und der Rückstand wieder analysirt. Es ergab jetzt 37,2 Proc. Natriumoxyd und zeigte alle Reactionen des Natriumacetats. Das in Alkohol leicht lösliche Salz, obwohl seine völlige Reindarstellung d. h. Befreiung von dem vorigen nicht wohl möglich war, wurde doch auf seinen Natriumoxydgehalt untersucht. Gefunden wurde, unter Berücksichtigung einer geringen Natriumchloridmenge: 23,4 Proc. Natriumoxyd, so dass es wahrscheinlich ist, das Salz sei mit Natriumacetat verunreinigtes Natriumsalz der Aetherglyoxylsäure gewesen, welches 18,2 Proc. Natriumoxyd verlangt, womit seine übrigen Eigenschaften auch übereinstimmen. Dasselbe würde dann das nothwendige dritte Product ausser Trichlor-aethoxyl-Aethylen und dem dreibasischen Aether der Dichloressigsäure sein, welches bei der weiteren Einwirkung von zuerst gebildetem Perchloraethylen auf noch vorhandenes Natriumalkoholat hätte entstehen müssen. Das gleichzeitig mitentstandene Natriumacetat dagegen ist offenbar ein unmittelbares Product der Einwirkung von Perchloraethan auf Natriumalkoholat neben Perchloraethylen. Die 2 Mgte Chlor, welche von Ersterem weggehen müssen um das Letztere übrig zu lassen wirken auf Natriumalkoholat oxydirend und Essigsäure bildend, wahrscheinlich nach folgender Gleichung:

$$3\ C^2H^5ONa + 2\ Cl = C^2H^3NaO^2 + C^2H^6 + C^2H^6O + 2\ NaCl.$$

Hierdurch würde ausser der Bildung von Perchloraethylen das Auftreten eines mit nicht leuchtender Flamme brennenden Gases (Aethan) und das von Alkohol erklärt.

Die Bildung der beiden braunen harzartigen Producte aber, von welchen jedenfalls das eine saurer Natur ist, kann einestheils von der directen Einwirkung des Perchloraethans auf Natriumalkoholat herstammen, da unter dem Einfluss oxydirender Wirkung, wie schon unter

dem Einfluss der Luft, das Natriumalkoholat gebräunt wird, anderntheils von der Einwirkung des Perchloraethylens auf Natriumalkoholat, wobei sich gleichfalls stets braune Nebenproducte bilden. Beide, das in Alkalien Unlösliche sowohl, als das darin Lösliche, sind nach genügender Behandlung mit verdünnter Salzsäure und nachherigem Waschen mit Wasser nach dem Trocknen bei 125° analysirt worden. Das Erstere hat ergeben: 67,1 Proc. Kohlenstoff und 4,7 Proc. Wasserstoff, das Andere 66,5 bis 67,7 Proc. Kohlenstoff und 5,5 bis 6,1 Proc. Wasserstoff.

IV. Trichlor-Aethylenchlorid u. Natriumalkoholat.

Die zu den Versuchen verwandte Verbindung C^2HCl^5 war durch Einwirkung von Chlor auf Aethylenchlorid im hellen Tageslicht erhalten und war nach vielen Rectificationen zwischen 152 und 155° übergegangen. Die reine Verbindung siedet nach Regnault bei 153,5°.

Zuerst wurden die beiden Verbindungen in Röhren auf einander einwirken gelassen. Zu 5 Mgtn. alkoholfreiem Natriumalkoholat wurde 1 Mgt. Trichloraethylenchlorid, mit dem gleichen Volum wasserfreien Aethers vermischt, gefügt. Sofort trat unter ziemlicher Wärmeentwicklung die Einwirkung und Abscheidung von Natriumchlorid ein. Die Röhren wurden nach dem Erkalten zugeschmolzen und längere Zeit erst auf 100°, sodann auf 120° erhitzt. Bei dieser Temperatur trat bald Explosion ein. Die Leichtigkeit mit welcher die Einwirkung schon in der Kälte vor sich gegangen war, legte es nahe, dass das Trichloraethylenchlorid durch Natriumalkoholat in gleicher Weise zunächst zersetzt werde, wie durch alkohol. Kali, nämlich in Perchloraethylen unter Bildung von Natriumchlorid und Alkohol, was ein Versuch, der in einem Retörtchen vorgenommen wurde, durchaus bestätigte. Dabei wurden 35 Grm. Trichloraethylenchlorid angewandt und ohne Aetherzusatz auf das alkoholfreie Natriumalkoholat wirken gelassen. Es wurden erhalten an Alkohol und Perchloraethylen: 34 Grm. anstatt 36 Grm. und daraus wurden nach dem Vermischen mit Wasser gewonnen 22 Grm. Perchloraethylen anstatt der sich berechnenden 28 Grm. Dass alkoholhaltiges Natriumalkoholat in gleicher Weise wirken würde, war natürlich und wurde durch den Versuch bestätigt. Ein Theil des gebildeten Perchloraethylens wird dabei weiter zersetzt, was den Verlust daran erklärt. Ist das angewandte Trichloraethylenchlorid perchloraethanhaltig, so ist ausser aetherglyoxylsaurem Salz auch essigsaures im Rückstand neben unverändertem Natriumalkoholat enthalten.

V. Dichloraethylenchlorid u. Natriumalkoholat.

Das zu den Versuchen verwandte Dichloraethylenchlorid war aus Aethylenchlorid in ähnlicher Weise wie das Trichloraethylenchlorid erhalten und durch wiederholte Rectificationen gereinigt. Verwandt wurde zunächst ein zwischen 133 u. 136° überdestillirendes Product und so viel Natriumalkoholat, dass alles Chlor gegen Aethoxyl hätte ausgetauscht werden können. Das Dichloraethylenchlorid wurde langsam zu dem alkoholhaltigen Alkoholat, das sich in einem aufgerichteten mit einem Kühler und der Quecksilbersäule verbundenen Retörtchen befand, fliessen gelassen. Die Einwirkung ist sehr lebhaft unter reichlicher Abscheidung von Natriumchlorid. Nach Beendigung der Einwirkung wurde die Retorte noch eine halbe Stunde im Wasserbade erhitzt und der Inhalt dann, zuletzt im Wasserstoffgasstrom, abdestillirt. Das alkoholhaltige Destillat schied auf Zusatz von Wasser ein Oel ab, das nach dem Trocknen von 121 bis 126° vollständig überging. Die grössere zwischen 124 u. 125° destillirende Partie wurde analysirt.

I. 0,2719 Grm. Substanz lieferten 0,1032 Grm. Wasser, entspr. 0,01148 Grm. = 4,2 Proc. Wasserstoff und 0,3287 Grm. Kohlensäure, entspr. 0,08965 Grm. = 33,0 Proc. Kohlenstoff.

0,2977 Grm. Substanz gaben 0,6346 Grm. Argentichlorid entspr. 0,157 Grm. = 52,7 Proc. Chlor.

Daraus berechnet sich nahezu die Formel des Dichlor-aethoxyl-Aethylens: $C^4H^6Cl^2O = C\genfrac{}{}{0pt}{}{CHCl}{Cl(OC^2H^5)}$, welche verlangt: 34,0 Proc. Kohlenstoff, 4,3 Proc. Wasserstoff und 50,4 Proc. Chlor.

Der um 1 Proc. geringere Kohlenstoffgehalt und der um ca. 2 Proc. erhöhte Chlorgehalt, welchen die Substanz im Vergleich zum Dichloraethoxylaethylen ergab, hatte wahrscheinlich seinen Grund darin, dass dem angewandten Dichloraethylenchlorid noch etwas höher siedendes Trichloraethylenchlorid beigemengt war, welches die Veranlassung zur Bildung von bei 122° siedendem Perchloraethylen gegeben haben musste. Und in der That entspricht die gefundene Zusammensetzung fast genau einem Gemenge von 95 Proc. Dichloraethoxylaethylen und 5 Proc. Perchloraethylen, welches verlangt: 33,0 Proc. Kohlenstoff, 4,1 Proc. Wasserstoff und 52,2 Proc. Chlor. Das spez. Gewicht der Substanz wurde bei 12° zu 1,16 gefunden.

Es wurde deshalb das angewandte Dichloraethylenchlorid sammt den von 130 bis 133° destillirenden Portionen nochmals der Reinigung unterworfen und nach vielfachen Rectificationen ein von 132,5° bis 133°,5 destillirendes Product erhalten, dessen corr. Siedepunct 135°,1

war. Dasselbe ergab bei der Analyse 14,7 Proc. Kohlenstoff, 1,5 Proc. Wasserstoff und 84,4 Proc. Chlor, war also die reine Verbindung $C^2H^2Cl^4$, denn diese verlangt: 14,3 Proc. Kohlenstoff, 1,2 Proc. Wasserstoff und und 84,5 Proc. Chlor. Mit diesem Product wurde auf gleiche Weise verfahren wie mit dem zuerst Angewandten. Das erhaltene Dichlor-aethoxyl-Aethylen, dessen Menge auch hier, wie bei anderen Versuchen, den dritten Theil des Gewichts der angewandten Verbindung betrug, destillirte zwischen 124 und 127° über mit Ausnahme einer geringen Menge Höhersiedendem, welches sich leicht entfernen liess und wie weiter unten gezeigt wird ein Product der weiteren Einwirkung auf das Dichlor-aethoxyl-Aethylen ist. Unter 124° Siedendes, also Perchlor-aethylen, war nicht vorhanden, sondern die Verbindung rein, wie die folgende damit ausgeführte Analyse zeigte:

II. 0,1832 Grm. desselben lieferten 0,0729 Grm. Wasser, entspr. 0,0081 Grm. = 4,4 Proc. Wasserstoff und 0,2256 Grm. Kohlensäure, entspr. 0,06153 Grm. = 33,6 Proc. Kohlenstoff.

0,2105 Grm. Substanz gaben 0,4272 Grm. Argentichlorid, entspr. 0,1057 Grm. = 50,2 Proc. Chlor.

	ber.	gef. I	gef. II
C^4	= 34,0	33,0	33,6
H^6	= 4,3	4,2	4,4
Cl^2	= 50,4	52,7	50,2
O	= 11,3	—	—
	100,0		

Der Siedepunct dieses Dichlor-aethoxyl-Aethylens liegt bei 128,2 (corr.), sein spez. Gewicht ist bei + 10° zu 1,08 gefunden worden. Es ist eine farblose Flüssigkeit von eigenthümlichen aromatischen hintennach scharfem Geruch, welche mit Wasser ohne Veränderung gewaschen werden kann. Wird dasselbe aber in schlecht schliessenden Gefässen aufbewahrt, so erleidet es jedenfalls unter Mitwirkung von Feuchtigkeit eine Zersetzung: es wird von Chlorwasserstoffbildung rauchend und giebt beim Erwärmen leicht ein mit grüngesäumter Flamme brennendes Gas, Chloraethyl, aus. Wird es mit überschüssigem Wasser in ein Glasrohr eingeschmolzen und auf 180° erhitzt, so serschwindet es allmälig. Beim Oeffnen des Rohres entweicht ein mit grüngesäumter Flamme brennendes Gas (Chloraethyl) und die Flüssigkeit enthält viel Chlorwasserstoff. Nach dem Eindampfen bleibt ein saurer Syrup zurück. Derselbe wurde in Wasser gelöst mit Calciumhydroxyd übersättigt und der überschüssige Kalk durch Kohlensäure entfernt. Es wurde ein in

kaltem Wasser nicht leicht lösliches in seideglänzenden Nadeln krystallisirendes Salz vom Aussehen des glycolsauren Kalks erhalten. Dasselbe wurde, nachdem es eine Nacht über Schwefelsäure gestanden hatte, analysirt.

0,314 Grm. desselben verloren beim Erhitzen auf 125° 0,0684 Grm. Wasser, entspr. 21,8 Proc. und hinterliessen nach dem Verbrennen und Glühen 0,0722 Grm. Calciumoxyd = 23,0 Proc.

Der glycolsaure Kalk verlangt: 22,1 Proc. Wasser und 23,0 Proc. Calciumoxyd. Demnach war also die durch Einwirkung des Wassers aus dem Dichloraethoxylaethylen bei 180° gebildete Säure Glycolsäure, entstanden nach der Gleichung:

$$C \begin{matrix} CHCl \\ Cl \, . \, OC^2H^5 \end{matrix} + 2 \, OH^2 = C \begin{matrix} CH^2OH \\ O \\ OH \end{matrix} + ClH + C^2H^5Cl.$$

Durch überschüssiges alkoholisches Natriumalkoholat wird das Dichlor-aethoxyl-Aethylen in das Natriumsalz der Aetherglycolsäure verwandelt, es verhält sich also ganz analog wie das Trichlor-aethoxyl-Aethylen welches dabei in das Natriumsalz der Aetherglyoxylsäure übergeht. Als Zwischenglied tritt dabei auch, wie es scheint, etwas Monochloressigsäureaether auf, welcher wahrscheinlich in der geringen Menge mit entstehendem höher Siedendem enthalten ist und vorzüglich gebildet wird, wenn man eine etwas höhere Temperatur als 100° bei der Umsetzung des Dichloraethylenchlorids mit dem Natriumalkoholat anwendet. Wird das über 128° siedende Oel nämlich mit conc. Ammoniak geschüttelt, so verschwindet ein grosser Theil davon und es bleiben nach dem Verdunsten der ammoniakal. Lösung über Schwefelsäure harte, an der Luft langsam feucht werdende Krystalle übrig, welche mit Natronlauge übergossen nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit oder beim Erwärmen damit Ammoniak entwickeln, also ein Amid und wie es den Anschein hat das der Monochloressigsäure sind.

Das Natriumsalz der Aetherglycolsäure ist bei dem überschüssigen Natriumalkoholat und dem gebildeten Natriumchlorid enthalten, mag man bei der Einwirkung Dichlor-aethoxyl-Aethylen oder Dichloraethylenchlorid angewandt haben. Es wird nach dem Versetzen mit Wasser, Sättigen mit Kohlensäure und Filtriren oder schwachem Uebersättigen mit Salzsäure, Filtriren und Wiederübersättigen mit Natriumcarbonat, Verdampfen zur Trockne und Ausziehen mit absol. Alkohol von Letzterem gelöst und bleibt nach dem Abdestilliren desselben als eine zerfliessliche meist etwas bräunlich gefärbte amorphe Masse übrig, die von einem geringen Kochsalzgehalt durch nochmaliges Auflösen in absolutem Alkohol fast vollständig befreit wird. Das aus Dichlor-aethoxyl-Aethylen

und Natriumalkoholat erhaltene Salz wurde nach dem Trocknen bei 105° im Platintiegel verbrannt und gab unter Berücksichtigung des geringen Gehalts an Natriumchlorid 24,4 Proc. Natriumoxyd. Das aus Dichloraethylenchlorid bei der Darstellung von Dichlor-aethoxyl-Aethylen mit entstandene Salz ergab: 24,9 Proc. Natriumoxyd. Das aetherglycolsaure Natron verlangt 24,6 Proc. Natriumoxyd.

Wirkt auf das Dichlor-aethoxyl-Aethylen nicht überschüssiges Natriumalkoholat, sondern eine viel geringere Menge, als zur Umsetzung der ganzen Menge nöthig ist, so wird gleichfalls Aetherglycolsäure gebildet, daneben entsteht aber noch Aethylchlorid, Chlorwasserstoff und Monochloressigsäure-Aether. Es zeigt dies der folgende Versuch, welcher mit von der ersten Darstellung herstammender Substanz angestellt wurde, vornehmlich um zu sehen, ob durch eine Behandlung mit einer geringen Menge von Natriumalkoholat die in ihr enthaltene geringe Menge von Perchloraethylen nicht zuerst verändert und sie also davon befreit werden könnte. 3,2 Grm. dieses Dichlor-aethoxyl-Aethylens wurden mit aus 0,05 Grm. Natrium bereiteten Natriumalkoholats eine halbe Stunde lang am aufgerichteten Kühler mit Quecksilbervorlage im Wasserbade erhitzt. Dabei fand Natriumchloridausscheidung statt, während sich gleichzeitig ein mit grüngesäumter Flamme brennendes Gas-Aethylchlorid entwickelte. Der Rückstand im Kölbchen raucht beim Oeffnen durch vorhandenes Chlorwasserstoffgas und reagirt natürlich sauer. Wasser schied daraus 2 Grm. Oel ab, welches von 137 bis 145° überdestillirte (der corr. Siedepunct des Monochloressigsäure-Aethers liegt bei 143°,5). Diese wurden nun mit überschüssigen alkoholischem Natriumalkoholat in ein Rohr eingeschlossen. Es fand sofort Umsetzung unter Erwärmung und Abscheidung von viel Kochsalz statt. Das Rohr wurde darauf bis zur völligen Umsetzung im Wasserbade längere Zeit erhitzt und der Inhalt nach dem Erkalten mit Wasser verdünnt. Es schied sich erst nach längerer Zeit nur ein Tropfen Oel ab. Die wässrige Lösung wurde mit Kohlensäure übersättigt, auf dem Wasserbade zur Trockne gebracht, mit absolutem Alkohol ausgezogen und das Lösliche, welches eine Spur Natriumchlorid enthielt, analysirt.

0,4677 Grm. des bei 105° getrockneten amorphen Salzes im Platintiegel verbrannt gaben 0,1946 Grm. weissen geschmolzenen Rückstand, welcher 0,0067 Grm. Natriumchlorid, also 0,1879 Grm. Natriumcarbonat enthielt. Das Letztere entspricht 0,1099 Grm. = 24,0 Proc. Natriumoxyd, während das aetherglycolsaure Natriumsalz: 24,6 Proc. Natriumoxyd verlangt.

Dies eben angeführte Verhalten des Dichlor-aethoxyl-Aethylens sowie das zu Wasser, zeigt, dass die Bildung von einbasischem Mono-

Jenais

I

1 2

M

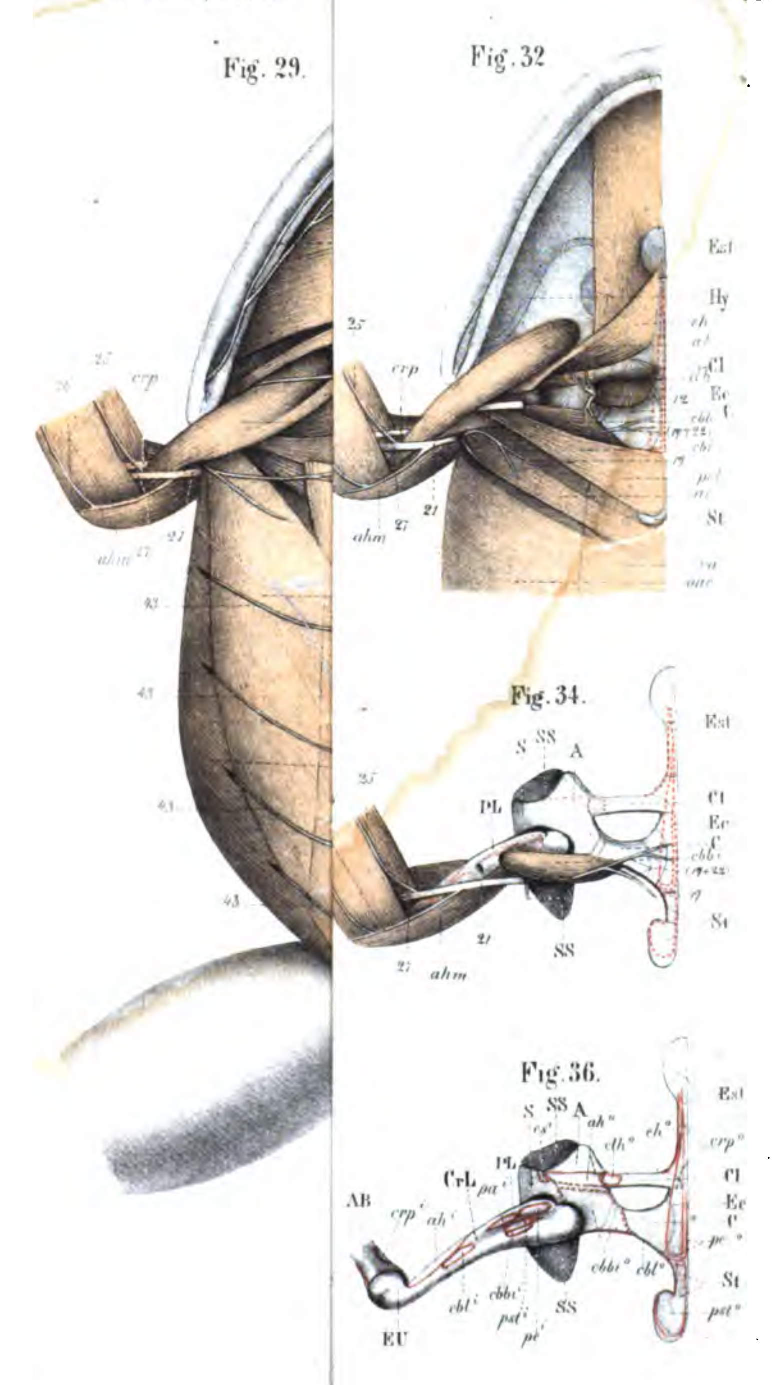
Fig.

Fig. 18.

Fig. 21.

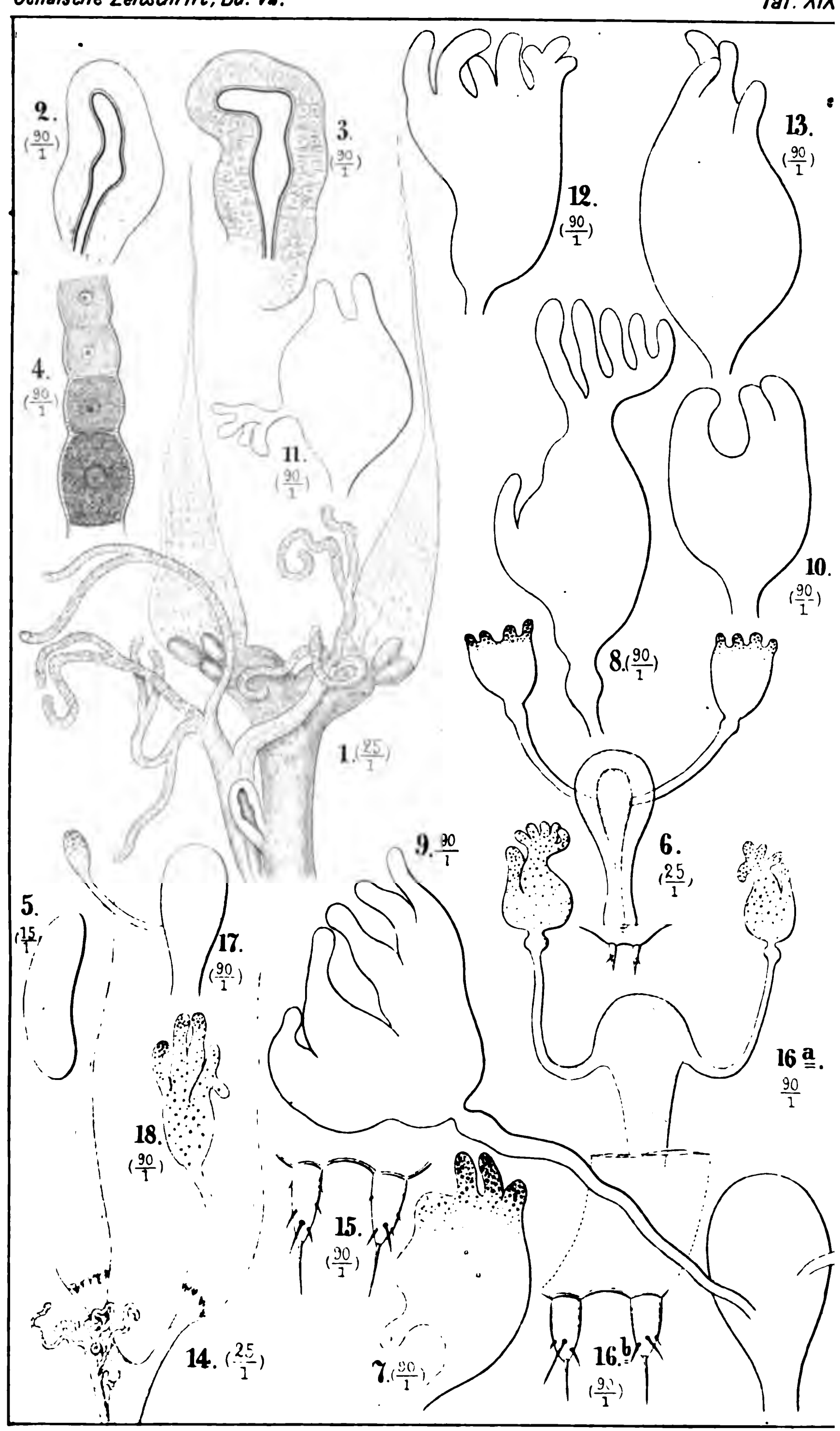
M. Fürbringer del.

Lith. Anst. v. E. Giltsch, Jena



M. Fürbringer del.

Lith. Anst. v. E. Giltsch in Jena.



F Müller del.

lith. v. G. Müller Jena.

Ueber die Einwirkung von Salpetrig-Salpetersäureanhydrid auf Arsenchlorür und Borchlorid.

Von

A. Geuther.

Nachdem die Einwirkung des Salpetrig-Salpetersäureanhydrids auf das Phosphorchlorür zur Entdeckung eines neuen Phosphoroxychlorids, des Pyrophosphorsäurechlorids, geführt hatte, war es von Interesse zu versuchen ob die Chloride anderer trivalenter Metalloide sich gegen diese Substanz analog verhalten würden. Dazu wurden das Arsenchlorür und das Borchlorid ausersehen.

I. Salpetrig-Salpetersäureanhydrid und Arsenchlorür.

Vom Arsen kennt man bekanntlich nur ein Trichlorid, kein Pentachlorid. Die Versuche das Letztere darzustellen, ergaben an Stelle desselben immer das Trichlorid neben freiem Chlor. Das Arsen steht in dieser Hinsicht dem Stickstoff, welcher ebenfalls kein Pentachlorid zu bilden vermag nahe. Dafür bildet das Arsen aber ein Pentoxyd, den Arsensäureanhydrid, welcher selbst in schwacher Glühhitze noch beständig ist. Aus diesem Verhalten liess sich die Hoffnung schöpfen, dass es gelingen werde auf eine oder die andre Weise wenigstens ein Oxychlorid des pentavalenten Arsens zu erhalten. Ein früher angestellter Versuch hat bereits ergeben, dass der eine Weg, auf welchem die Bildung eines solchen Oxychlorids zu erreichen war, nämlich durch die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Arsensäureanhydrid, nicht zum Ziele führt, indem merkwürdigerweise dabei aller Sauerstoff vom Arsen fort und zum Phosphor geht, damit gewöhnliches Phosphoroxychlorid bildend, während gleichzeitig Arsentrichlorid und freies Chlorgas entsteht[1].

Zu 55 Grm. Arsenchlorür, welches sich in einem, mit einem doppelt durchbohrten Kork der ein Zuleitungs- und ein Ableitungsrohr

[1] Annal. d. Chem. Bd. 111 S. 178.

trug, verschlossenen Cylinder befand und der in einer Kältemischung stand, wurden langsam 22 Grm. $N^2 O^4$ destillirt. Das Letztere überschichtete das Erstere, als der Cylinder aus der Kältemischung genommen wurde, während an der Grenze beider Flüssigkeiten sich eine weisse pulverige Substanz ausgeschieden hatte. Durch Schütteln wurden die Flüssigkeiten vermischt und der Cylinder in einer Temperatur von etwa 0° stehen gelassen. Die Ausscheidung der weissen Substanz nahm allmälig zu, während eine gelinde Gasentwickelung auftrat. Aus dem Ableitungsrohr, welches auf dem Boden eines längeren durch eine Kältemischung gekühlten offenen Rohrs mündete, entwich ein farbloses an der Luft braune Dämpfe bildendes Gas, also Stickoxyd, während sich allmälig eine rothe Flüssigkeit condensirte. Nach Verlauf von 36 Stunden war der Inhalt des Cylinders fest geworden. Er stellte eine weisse, augenscheinlich von einer rothgelben Flüssigkeit durchtränkte Masse dar. Der Cylinder wurde nun mit lauwarmen Wasser umgeben, wobei noch eine beträchtliche Menge rother Flüssigkeit überdestillirte. Nachdem sie durch gehörig langes Erwärmen des Cylinders, zuletzt im Wasserbade, völlig ausgetrieben war, war der Inhalt des Cylinders weiss und scheinbar trocken geworden. Er wog 44 Grm. und löste sich in Wasser bis auf eine sehr geringe Menge arseniger Säure leicht auf. Die Lösung enthielt Arsensäure, nebenbei aber auch in beträchtlicher Menge Salzsäure und arsenige Säure. Die Anwesenheit der beiden Letzteren deutete auf möglicherweise noch unzersetzt gebliebenes Arsenchlorür hin. Um dies zu constatiren, wurde ein Theil des festen Rückstandes stärker erhitzt, wobei in der That Arsenchlorür abdestillirte und nur ein Rückstand von nahezu reinem Arsensäureanhydrid übrig blieb. Die früher erwähnte überdestillirte und in der Kältemischung wieder condensirte rothe Flüssigkeit war sehr flüchtig, schon in Wasser von 0° gerieth sie ins Sieden unter Bildung eines dunkelgelben Dampfes. Ihren Eigenschaften nach gab sie sich als Nitrosylchlorid NOCl zu erkennen, woraus sie denn einer Analyse zu Folge thatsächlich der Hauptsache nach auch bestand. 0,5384 Grm. derselben wurden mit viel Wasser in einem verschlossenen Cylinder zersetzt. Sie gaben 1,2038 Grm. Argentichlorid, entsprechend 0,2975 Grm. = 55,25 Proc. Chlor. Für NOCl berechnen sich: 54,2 Proc., für $NOCl^2$ dagegen 70,3 Proc.

Durch die 22 Grm. Salpetrig-Salpetersäureanhydrid war also nur ein Theil von den 55 Grm. Arsenchlorür in Arsensäureanhydrid und Nitrosylchlorid verändert worden. Wäre der Process nach der Gleichung:

$$4\ AsCl^3 + 5\ N^2O^4 = 2\ As^2O^5 + 8\ NOCl + 2\ NOCl^2$$

verlaufen, so hätten die 22 Grm. N^2O^4 32,1 Grm. Arsenchlorür zersetzen müssen; 22,9 Grm. davon wären also übrig geblieben und es mussten 22 Grm. Arsensäureanhydrid gebildet werden. Diese Letzteren zusammen mit dem unverändert gebliebenen Arsenchlorür bildeten den weissen Rückstand im Cylinder. Ihre Menge beträgt $22,9 + 22 = 44,9$ Grm., während dieser 44 Grm. wog.

Diese Resultate genügen, um die obige Umsetzungsgleichung als die sehr wahrscheinlich richtige bezeichnen zu können.

Man sieht also, dass es auch auf diese Weise nicht gelingt ein Oxychlorid des V-werthigen Arsens zu erhalten. Obwohl Arsenchlorür im Ueberschuss vorhanden war und obwohl die Einwirkung des Salpetrig-Salpetersäureanhydrids darauf langsam verläuft, wird bei der Oxydation doch nicht blos einfach Sauerstoff zugeführt, sondern es wird zugleich dabei auch das Chlor durch denselben ersetzt.

II. Salpetrig-Salpetersäureanhydrid und Borchlorid.

Zu 30 Grm. Borchlorid, das sich in einem Cylinder mit doppelt durchbohrtem Kork befand, durch dessen eine Durchbohrung ein bis in die Mitte reichendes Zuleitungsrohr, durch dessen andere ein Ableitungsrohr gesteckt war, das in einem zweiten leeren Cylinder mündete, wurden langsam 12 Grm. Salpetrig-Salpetersäureanhydrid treten gelassen und dabei beide Cylinder durch eine Kältemischung gut gekühlt. Es fand lebhafte Einwirkung statt und schied sich dabei ein fester Körper aus. Das Auftreten von einem Stickstoffoxychlorid war nicht zu bemerken, dagegen erschienen an der Wand des leeren Cylinders wenige gelbliche Krystalle. Nachdem alles N^2O^4 zudestillirt war, wurde zur Vollendung der Reaction der Cylinder 2 Tage lang wohlverschlossen in der Kälte stehen gelassen, darauf mit einem, ein weites knieförmiges Rohr tragenden Kork verschlossen und in noch nicht lauwarmes Wasser gestellt, während ein anderer gut gekühlter Cylinder vorgelegt wurde. In diesen sublimirten dabei sehr flüchtige schwefelgelbe Krystalle, deren braunrother Dampf an feuchter Luft einen starken weissen Rauch verbreitet, wie Königswasser riecht und die Flamme lebhaft grün färbt. Da gleichzeitig mit den Krystallen eine dunkelgelbe Flüssigkeit, offenbar eine Lösung der gelben Verbindung in überschüssigem Borchlorid destillirte, so wurde durch Umkehren des Cylinders sie von den Krystallen abfliessen und durch kurzes Oeffnen des Glasstöpsels rasch auslaufen gelassen. Sie verdampfte sogleich unter starkem Rauchen.

Die Krystalle, welche so ganz trocken erhalten werden, stellen scheinbar rhombische Octaëder und Prismen dar und lösen sich in

Wasser leicht unter Zischen. In dieser Lösung ist Borsäure, Chlor und Salpetersäure enthalten. An der Luft werden sie weiss indem sie sich in Borsäure verwandeln. Sie schmelzen bei 23—24° zu 2 Flüssigkeiten, einer dicken, zähen, gelbrothen unteren und einer geringeren leichten, goldgelben oberen. Bei langsamer Abkühlung vereinigen sich diese Schichten wieder bei 20° zu den ursprünglichen Krystallen, bei rascher Abkühlung erstarrt nur die untere, während die obere flüssig bleibt und erst nach längerer Zeit wieder vollständig verschwindet. Die Krystalle bestehen, wie die Analyse gezeigt hat, aus einer Verbindung von Borchlorid und Nitrosylchlorid von der Formel: BCl^3, NOCl.

Zur Analyse wurden sie in ein gewogenes Glasröhrchen gegeben, dasselbe zugeschmolzen und nach dem Wägen in einen Wasser enthaltenden mit Glasstöpsel verschliessbaren Glascylinder gebracht. Durch starkes Schütteln wurde das Rohr zertrümmert und die Krystalle vom Wasser gelösst. In der filtrirten, mit Salpetersäure noch versetzten Lösung wurde zunächst durch Argentinitrat das Chlor gefällt. Nach dem Filtriren das überschüssig zugesetzte Silber durch einen geringen Ueberschuss von Chlorwasserstoffsäure abgeschieden und die filtrirte Lösung mit einer bestimmten Menge reinen überschüssigen Calciumoxyds vermischt, die alkalisch reagirende Flüssigkeit zur Trockne gebracht, im Platintiegel allmälig bis zum Glühen erhitzt und darauf vor dem Gebläse anhaltend und so oft wiederholt geglüht, bis das Gewicht constant blieb. Der Rückstand wurde nun in Salpetersäure gelöst, durch Silberlösung die als Chlorcalcium vorhandene Chlormenge bestimmt und auf Calciumoxyd berechnet. Die dem Chlor entsprechende Calciumchloridmenge wurde vom gefundenen Gewicht abgezogen und darauf die sich daraus berechnende Calciumoxydmenge ihm wieder zugezählt. Das so gewonnene Gewicht ist gleich dem Gewicht des angewandten Calciumoxyds + dem Gewicht vorhandenen Borsäureanhydrids, woraus sich das Bor leicht berechnet.

0,3188 Grm. gaben 0,9985 Grm. $AgCl^2$, entsprechend 0,247 Grm. = 77,5 Proc. Chlor; und 0,0689 Grm. B^2O^3 entsprechend 6,7 Proc. Bor.

	ber.	gef.
B =	6,01	6,7
Cl^4 =	77,60	77,5
N =	7,65	—
O =	8,74	—
	100,00	

Die Trennung der Verbindung in zwei Schichten beim Schmelzen rührt offenbar von einer theilweisen Zersetzung in BCl^3 und in NOCl her. Die obere Schicht, welche ihre gelbe Farbe etwas darin gelöster

Verbindung verdankt, besteht offenbar aus Borchlorid, während die untere von geschmolzener Verbindung, der das Nitrosylchlorid beigemengt ist, gebildet wird.

Da der nach dem Abdestilliren der Verbindung im Cylinder verbleibende weisse Rückstand sich als Borsäureanhydrid erwies, so ist es wahrscheinlich, dass die Reaction der Hauptsache nach gemäss den Gleichungen:

$$2\ BCl^3 + 3\ N^2O^4 = B^2O^3 + 6\ NOCl + 3O$$

$$6\ BCl^3 + 6\ NOCl = 6\ (BCl^3,\ NOCl)$$

d. i.

$$8\ BCl^3 + 3\ N^2O^4 = B^2O^3 + 6\ (BCl^3,\ NOCl) + 3O$$

verlaufen ist.

Ueber die Einwirkungen der Phosphorchloride auf die Phosphorsäuren.

Von

A. Geuther.

I. Trihydroxyl-Phosphorsäure und Phosphoroxychlorid.

1. Wird Phosphoroxychlorid und gewöhnliche Phosphorsäure in Mengen, welche der Gleichung:

$$2\ PO^4H^3 + POCl^3 = 3\ PO^3H + 3\ ClH$$

entsprechen, zusammengebracht, so vermischen sie sich vollständig, ohne dass bei gewöhnlicher Temperatur eine Einwirkung zu bemerken wäre. Wird im Wasserbade erwärmt, so beginnt dieselbe und setzt sich bis zu Ende fort unter lebhafter Entwickelung von Chlorwasserstoff. Der zähe Rückstand in Wasser gelöst fällt Eiweiss und wird durch Phosphorpentachlorid (siehe unten IV) zu Phosphoroxychlorid und Chlorwasserstoff, ist also Monhydroxylphosphorsäure[1]).

2. Wendet man weniger Oxychlorid an und zwar Mengen, welche der Gleichung:

$$5\ PO^4H^3 + POCl^3 = 3\ P^2O^7H^4 + 3\ ClH$$

entsprechen, so verläuft die Reaction ähnlich, aber der dicke Rückstand besteht nicht aus einem Gemenge von Monhydroxyl- und Trihydroxyl-Phosphorsäure, sondern aus Pyrophosphorsäure, denn seine wässrige Lösung fällt Eiweiss nicht und giebt mit Argentinitrat auf vorsichtigen Zusatz von Ammoniak eine weisse Fällung.

Da sich die obige Gleichung aus den 2 Gleichungen:

$$2\ PO^4H^3 + POCl^3 = 3\ PO^3H + 3\ ClH$$
$$3\ PO^4H^3 + 3\ PO^3H = 3\ P^2O^7H^4$$

1) Dieser und die folgenden Versuche, mit Ausnahme der auf die unterphosphorige Säure bezüglichen, wurden im Winter 1871/72 ausgeführt. Seitdem hat auch Schiff (Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 163 p. 229) die Zersetzung der dreibas. Phosphorsäure durch Phosphoroxychlorid in gleicher Weise beobachtet.

zusammensetzen lässt und also die Pyrophosphorsäure ihre Entstehung der Einwirkung von Monhydroxylphosphorsäure auf Trihydroxylphosphorsäure verdanken kann, so wurden diese beiden Säuren zu gleichen Mischungsgewichten zusammengebracht und im Wasserbade erwärmt. Nach längerer Einwirkung wird das Gemisch homogen und giebt nun mit Eiweiss keine, mit Silbersalzen aber eine weisse Fällung. Es entsteht also bei der Einwirkung von Monhydroxylphosphorsäure auf Trihydroxylphosphorsäure in der That Pyrophosphorsäure.

II. Trihydroxyl-Phosphorsäure und Phosphorpentachlorid.

In der Voraussetzung, je nach der Menge des angewandten Chlorids würde die Einwirkung nach folgenden beiden Gleichungen verlaufen:

$$3\,PO^4H^3 + PCl^5 = 4\,PO^3H + 5\,ClH$$
$$PO^4H^3 + 3\,PCl^5 = 4\,POCl^3 + 3\,ClH$$

und in der Voraussetzung es würde, da sich die letztere Gleichung aus den folgenden beiden zusammensetzt:

$$3\,PO^4H^3 + PCl^5 = 4\,PO^3H + 5\,ClH$$
$$PO^3H + 3\,PCl^5 = 3\,POCl^3 + ClH$$

die erstere Gleichung stets zunächst realisirt werden, wurde Phosphorsäure und Phosphorpentachlorid in solchen der ersten Gleichung entsprechenden Mengen zusammengebracht. Es hatte sofort lebhafte Einwirkung ohne bedeutende Erwärmung unter Entwicklung von Chlorwasserstoff statt. Als das Phosphorpentachlorid verschwunden war, wurde das gleichförmig flüssige Gemisch auf dem Wasserbade erhitzt. Dabei traten ganz dieselben Erscheinungen ein, wie bei der Einwirkung von Phosphoroxychlorid auf Trihydroxyl-Phosphorsäure: es begann erneute Chlorwasserstoffentwicklung bis zuletzt ein Rückstand von Metaphosphorsäure blieb.

Daraus folgt also, dass bei gewöhnlicher Temperatur das Phosphorpentachlorid auf dreibas. Phosphorsäure nicht nach der oben angeführten ersten Weise, sondern stets sofort nach der zweiten Gleichung wirkt, d. h. unter Bildung von Phosphoroxychlorid, auch wenn Trihydroxyl-Phosphorsäure im Ueberschuss vorhanden ist, und dass diese erst in der Wärme durch das gebildete Phosphoroxychlorid weiter in Monhydroxylphosphorsäure nach der oben unter I. 1. angegebenen Art verwandelt wird.

III. Trihydroxyl-Phosphorsäure und Phosphorchlorür.

Es wurden der Gleichung:

$$3\ PO^4H^3 + PCl^3 = 3\ PO^3H + P(OH)^3 + 3\ ClH$$

entsprechende Mengen angewandt. Bei gewöhnlicher Temperatur findet keine Einwirkung statt, das Phosphorchlorür schwimmt unvermischt auf der Phosphorsäure. In der Wärme des Wasserbades beginnt eine gelinde Einwirkung, die sich durch Abscheidung von gelben Phosphor bemerklich macht. Allmälig vermehrt sich dieser unter Verschwinden des Phosphorchlorürs. Der verbleibende Rückstand giebt die Reactionen auf Pyrophosphorsäure: Silbersalze werden weiss, aber Eiweiss wird nicht gefällt.

Aus diesem Verhalten geht offenbar hervor, dass die Umsetzung nach der obigen Gleichung vor sich geht, aber es wird einestheils, wie bekannt, allmälig die gebildete phosphorige Säure durch das noch unveränderte Phosphorchlorür in Phosphor, Chlorwasserstoff und gewöhnliche Phosphorsäure zerlegt, anderntheils wird die gebildete Monhydroxylphosphorsäure mit unveränderter Trihydroxylphosphorsäure zu Pyrophosphorsäure, wie unter I. 2. angeführt ist.

IV. Monhydroxyl-Phosphorsäure und Phosphorpentachlorid.

Die beiden Verbindungen wirken bei gewöhnlicher Temperatur so gut wie nicht aufeinander ein, beim Erwärmen im Wasserbade aber beginnt starke Chlorwasserstoffentwickelung unter Verflüssigung der Masse. Wendet man genügend Chlorid an, so wird allmälig alles flüssig und in Phosphoroxychlorid verwandelt nach der Gleichung:

$$PO^3H + 2\ PCl^5 = 3\ POCl^3 + ClH.$$

Als nur die Hälfte so viel Chlorid einwirken gelassen wurde, in der Hoffnung, neben gewöhnlichem Oxychlorid das Chlorid der Monhydroxylsäure zu erhalten nach der Gleichung:

$$PO^3H + PCl^5 = PO^2Cl + POCl^3 + ClH$$

fand doch die Einwirkung nur nach der ersten Gleichung statt, indem die Hälfte der Monhydroxylphosphorsäure unverändert blieb. Dies auffallende Resultat ist nur zu erklären entweder dadurch, dass das Metaphosphorsäurechlorid sich sofort nach seinem Entstehen mit der vorhandenen Säure weiter in Phosphorsäureanhydrid und Chlorwasserstoff nach der Gleichung: $PO^2Cl + PO^3H = P^2O^5 + ClH$ umsetzt und gewöhnliches Oxychlorid erzeugt, oder aber dadurch, dass das Metaphosphorsäurechlorid vom Phosphorpentachlorid selbst wieder angegriffen und 1 Mgt Sauerstoff des Ersteren gegen die 2 Mgte. locker gebundenes

Chlor des Letzteren unter Bildung von gewöhnlichem Oxychlorid nach der Gleichung: $PO^2Cl + PCl^5 = 2\ POCl^3$ ausgewechselt wird, wie es ähnlich bei der Einwirkung von PCl^5 auf Pyrophosphorsäurechlorid ja geschieht[1]).

Monhydroxyl-Phosphorsäure wird von Phosphoroxychlorid und Phosphorchlorür bei der Siedetemperatur der Chloride nicht verändert.

V. Pyrophosphorsäure und Phosphoroxychlorid.

In der Kälte findet zwischen den beiden Verbindungen keine Einwirkung statt, das Oxychlorid überschichtet die Säure ohne sich damit zu vermischen. In der Wasserbadwärme beginnt die Umsetzung unter schäumender Entwicklung von Salzsäure und unter Trübwerden des Oxychlorids, bedingt durch die Abscheidung von Monhydroxyl-Phosphorsäure, vollendet sich aber kaum, da selbst noch nach sehr langer Einwirkung Oxychlorid übrig ist und erst bei stärkerer Erwärmung von neuem unter starkem Schäumen der immer zäher werdenden Masse einzuwirken beginnt. Die Gleichung, nach welcher die Umsetzung erfolgt, ist:

$$2\ P^2O^7H^4 + POCl^3 = 5\ PO^3H + 3\ ClH.$$

VI. Pyrophosporsäure und Phosphorpentachlorid.

In der Kälte findet nur geringe Einwirkung statt, im Wasserbade wird sie lebhaft und vollendet sich unter Bildung von Phosphoroxychlorid und Chlorwasserstoff, wenn genügend Phosphorpentachlorid angewandt wurde, nach der Gleichung:

$$P^2O^7H^4 + 5\ PCl^5 = 7\ POCl^3 + 4\ ClH.$$

Wird aber weniger Phosphorpentachlorid angewandt, so bleibt Monhydroxyl-Phosphorsäure übrig, d. h. dann findet der Hergang zunächst nach der Gleichung statt:

$$P^2O^7H^4 + PCl^5 = 2\ PO^3H + POCl^3 + 2\ ClH.$$

In keinem Falle wird die Bildung des Pyrophosphorsäurechlorids beobachtet, was möglicherweise daher kommen kann, dass dasselbe, wie bekannt, sich mit Phosphorpentachlorid bei Wasserbadhitze in gewöhnliches Oxychlorid verwandelt.

VII. Pyrophosphorsäure und Phosphorchlorür.

In der Kälte schwimmt das Phosphorchlorür unvermischt auf der Pyrophosphorsäure und ist ohne Einwirkung, auch selbst nach dem

1) Vergl. d. Zeitschr

längeren Erwärmen auf dem Wasserbade bemerkt man kaum eine Veränderung, lässt man aber ein kleines Flämmchen direct so wirken, dass das Phosphorchlorür vom umgekehrten Kühler lebhaft zurückfliesst, so tritt die Entwicklung von Chlorwasserstoff auf und man bemerkt bald ein Trübwerden der vorher klar aussehenden Säure, genau so, wie wenn sich Monhydroxyl-Phosphorsäure abscheidet; daneben findet gleichzeitig die Bildung von rothem Phosphor statt, wie bei der Zersetzung von phosphoriger Säure durch Phosphorchlorür. Es setzt sich dies fort und wenn man Mengen nach der Gleichung:

$$3\ P^2O^7H^4 + PCl^3 = 6\ PO^3H + P(OH)^3 + 3\ ClH$$

anwendet, so verschwindet das Phosphorchlorür vollständig und nun enthält der zähe rothe Rückstand Monhydroxyl-Phosphorsäure, denn seine filtrirte Lösung fällt Eiweiss. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass die eben angeführte Gleichung die wahre Umsetzungsgleichung darstellt, dass aber die entstandene phosphorige Säure weiter durch das Phosphorchlorür unter Phosphorabscheidung wie bekannt verändert wird. Das schliessliche Resultat der Einwirkung ergiebt sich als Summe der 3 folgenden Reactionen:

$$\begin{array}{llll}
12\ P^2O^7H^4 + 4\ PCl^3 & = 24\ PO^3H & + 4\ P(OH)^3 & + 12\ ClH \\
4\ P(OH)^3 + \quad PCl^3 & = 3\ PO^4H^3 & + 2\ P & + 3\ ClH \\
3\ PO^4H^3 + 3\ PO^3H & = 3\ P^2O^7H^4 & & \\
\hline
9\ P^2O^7H^4 + 5\ PCl^3 & = 21\ PO^3H & + 2\ P & + 15\ ClH.
\end{array}$$

VIII Phosphorige Säure und Phosphoroxychlorid.

In der Erwartung, dass die Einwirkung des Phosphoroxychlorids auf die phosphorige Säure nach der Gleichung:

$$3\ POCl^3 + 2\ P(OH)^3 = 3\ PO^3H + 2\ PCl^3 + 3\ ClH$$

welche sich aus den beiden Gleichungen:

$$\begin{array}{l}
POCl^3 + \quad P(OH)^3 = \quad PO^4H^3 + \quad PCl^3 \\
POCl^3 + 2\ PO^4H^3 \ = 3\ PO^3H + 3\ ClH
\end{array}$$

zusammensetzt, verlaufen würde, wurden die dieser Gleichung entsprechenden Mengen beider Verbindungen auf einander einwirken gelassen. Es findet gleichförmige Mischung unter geringer Erwärmung und Entwicklung von viel Chlorwasserstoff statt. Die Reaction wurde sich im Wasserbade vollenden gelassen und darin so lange erhitzt, als noch Entwicklung von Chlorwasserstoff zu bemerken war. Es hatten sich nun 2 Schichten gebildet, eine dicke zähe untere und eine leichtbewegliche obere. Letztere wurde nach dem Erkalten abgegossen und destillirt; sie erwies sich als reines Phosphorchlorür. Die zähe untere Schicht hatte das Aussehen von Monhydroxyl-Phosphorsäure, sie löste sich in Wasser unter geringer Erwärmung zu einer

Flüssigkeit, welche Baryumchlorid und auch nach Zusatz von Natriumacetat Eiweisslösung fällte. Dass sie in der That Monhydroxyl-Phosphorsäure war, wurde durch Zugabe der berechneten Menge von Phosphorsuperchlorid und Erwärmen im Wasserbade nachgewiesen, wobei sie unter Entwicklung von Chlorwasserstoff und Bildung von Phosphoroxychlorid verschwand.

Die Thatsache, dass die phosphorige Säure mit Hülfe von Phosphoroxychlorid so leicht wieder in Phosphorchlorür, aus dem sie gebildet wird, zurückverwandelt werden kann, hat eine wesentliche Bedeutung für die Constitution derselben. Sie zeigt unwiderruflich, dass Phosphorchlorür und phosphorige Säure durchaus im Verhältniss engster Zusammengehörigkeit stehen, dass eben das Erstere das zur Letzteren gehörige Chlorür ist, oder mit andern Worten, dass die phosphorige Säure so gut wie das Phosphorchlorür trivalenten Phosphor enthält und die Formel der Ersteren also nicht $\overset{V}{P}O(OH)^2$ sondern $\overset{III}{P}(OH)^3$ ist.

IX. Phosphorige Säure und Phosphorpentachlorid.

Das Phosphorchlorid wirkt lebhaft und unter starker Salzsäureentwicklung aber ohne bedeutende Erwärmung auf die phosphorige Säure ein. Wendet man auf 1 Mgt. der Säure zunächst nur 1 Mgt. des Chlorids an, so verflüssigt sich das Letztere leicht zu einem anfangs homogenen klaren Product. Später tritt ein Opalisiren der Flüssigkeit ein und es sondert sich eine dickere schwerere Schicht ab. Wird die obere Schicht davon abgegossen und für sich untersucht, so findet man leicht, dass sie aus Phosphorchlorür und Phosphoroxychlorid besteht. Die untere dicke Flüssigkeit aber ist unveränderte phosphorige Säure völlig frei von Monhydroxyl-Phosphorsäure. Lässt man auf sie ein zweites Mischungsgewicht Phosphorpentachlorid einwirken, so geschieht dasselbe. Die ganze Menge der phosphorigen Säure verschwindet erst, wenn auf 1 Mgt. derselben 3 Mgte. Pentachlorid angewandt werden nach der Gleichung:

$$P(OH)^3 + 3\ PCl^5 = PCl^3 + 3\ POCl^3 + 3\ ClH.$$

X. Unterphosphorige Säure und Phosphorchlorür.

Die zu diesem und den folgenden Versuchen verwandte unterphosphorige Säure war aus dem Baryumsalz gewonnen worden, welches mit der genauen Menge von verdünnter Schwefelsäure[1] in der Kälte

---

1) Hat man eine Spur Schwefelsäure zuviel zugefügt, d. h. so wenig, dass sich in sehr verdünnter Lösung dieselbe nicht mehr erkennen lässt, so kommt die-

zerlegt worden war. Die filtrirte dünne Säure wurde erst in mässiger Wärme, zuletzt auf dem Wasserbade so lange concentrirt, bis der Geruch nach Phosphorwasserstoff aufzutreten begann und dann längere Zeit über Schwefelsäure gestellt. Sie war farblos, von öliger Consistenz, besass das spec. Gewicht 1,49 bei + 10° und war ganz rein, wie die folgende Analyse zeigt.

0,4485 Grm. unterphosphorige Säure lieferten nach der Oxydation mittelst Salpetersäure und Königswasser[1]) 0,7541 Grm. Magnesiumpyrophosphat, entspr. 0,2106 Grm. = 46,93 Proc. Phosphor. Für die unterphosphorige Säure berechnen sich: 46,97 Proc. Phosphor.

Das Phosphorchlorür wirkt sehr lebhaft und unter starker Wärmeentwicklung auf die unterphosphorige Säure ein, weshalb man am Besten dasselbe tropfenweise zu der durch kaltes Wasser gekühlten Säure fliessen lässt. Das zufliessende Chlorür bewirkt sofort Umsetzung unter Entwicklung von Chlorwasserstoff und Bildung von Phosphor, der anfangs als gelbe Haut, später als orangefarbene bis orangerothe Masse sich abscheidet. Zur Vollendung der Einwirkung wurde schliesslich noch am aufgerichteten Kühler im Wasserbade erwärmt und zuletzt das überschüssig gebliebene Chlorür abdestillirt. Der rothe zähe Rückstand wurde nun mit viel Wasser übergossen und verschlossen

selbe während des Eindampfens als Schwefel zum Vorschein, oder auch noch beim Stehen über Schwefelsäure, wobei die unterphosphorige Säure allmälig eine immer intensiver werdende tief indigoblaue Farbe annimmt, welche mit der Zeit unter Schwefelabscheidung und Bildung von Schwefelwasserstoff immer heller wird und allmälig in einen ganz schwach bräunlichen Ton übergeht.

1) Oxydirt man die unterphosphorige Säure mittelst Salpetersäure, so tritt beim Erwärmen, auch wenn nur mässig starke Säure angewandt worden war, bald die Entwicklung rother Dämpfe ein. Bei weiterem Eindampfen hört dieselbe wieder auf und die wegdampfende Salpetersäure ist scheinbar ohne weitere Einwirkung, bis dann bei genügender Concentration mit einemmale wieder eine reichliche und länger andauernde neue Entwicklung rother Dämpfe beginnt. Die zuerst eintretende Entwicklung rother Dämpfe rührt von der Oxydation der unterphosphorigen Säure hauptsächlich nur zu phosphoriger Säure und die zu zweit eintretende von der Oxydation der phosphorigen Säure zu Phosphorsäure her. Es ist lange schon bekannt, dass die Oxydation der phosphorigen Säure zu Phosphorsäure durch Salpetersäure nur sehr schwierig vollständig erreicht wird und dass ein wiederholtes starkes Eindampfen mit der letzteren Säure noth thut. Ich habe mich ebenfalls bei Gelegenheit der obigen Analyse hiervon zu überzeugen Gelegenheit gehabt. H. Rose hat deswegen vorgeschlagen mit Salzsäure und Kaliumchlorat die Oxydation zu bewirken, ich habe aber nicht finden können, dass sie dadurch rascher und vollständiger von statten geht, denn ein grosser Theil des Chlors entweicht stets ohne oxydirend zu wirken. Vollständig und rasch erreicht man die Oxydation indess, wenn man nach der Oxydation mit Salpetersäure noch starkes Königswasser zufügt und eindampft, bis keine rothen Dämpfe mehr kommen.

stehen gelassen. Etwa $^4/_5$ desselben gehen in Lösung als phosphorige Säure und Trihydroxyl-Phosphorsäure, während $^1/_5$ als orangerother Phosphor[1]) übrig bleibt. Von der ersteren Säure ist am meisten, Monhydroxylphosphorsäure ist gar nicht vorhanden.

Die abgeschiedene Phosphormenge sowohl als die verbraucht werdende Menge von Phosphorchlorür zeigen, dass der Hergang bei der Umsetzung vorzüglich verläuft nach der Gleichung:

$$3\ PH(OH)^2 + PCl^3 = 2\ P(OH)^3 + 2\ P + 3\ ClH.$$

Die mit entstandene Trihydroxylsäure verdankt ihre Entstehung einer nebenher gehenden Einwirkung des Phosphorchlorürs auf die phosphorige Säure nach bekannter Art und Weise. Die unterphosphorige Säure benimmt sich also in dieser Reaction wie ein Gemisch von Phosphorwasserstoff und phosphoriger Säure:

$$3\ PH(OH)^2 = PH^3 + 2\ P(OH)^3.$$

Der Phosphorwasserstoff setzt sich dann, wie bekannt, mit dem Phosphorchlorür um in rothen Phosphor und Chlorwasserstoff, während die phosphorige Säure übrig bleibt.

Es will mir scheinen, als ob auch dies Verhalten dafür spräche, dass in der unterphosphorigen Säure trivalenter und nicht pentavalenter Phosphor enthalten, ihre Formel also $\overset{III}{P}\begin{smallmatrix}H\\(OH)^2\end{smallmatrix}$ und nicht $\overset{V}{P}\begin{smallmatrix}H^2\\O\\OH\end{smallmatrix}$ ist.

Ein Chlorid der unterphosphorigen Säure, dessen Bildung auf diese Weise hätte möglich sein können, entsteht also nicht, denn auch die kleinste Menge von Phosphorchlorür bewirkt sofort Abscheidung von Phosphor. Es geht daraus hervor, dass weder die Verbindung $PHCl^2$ noch der Anhydrid der unterphosphorigen Säure $\overset{III}{P}HO$ oder $\overset{III}{P}\begin{smallmatrix}H\\O\\O\end{smallmatrix}\Big\}\overset{III}{P}H$ für sich bestehen kann, sondern die erstere nach der Gleichung: $3\ PHCl^2 = PCl^3 + 2\ P + 3\ ClH$, der letztere aber nach der Gleichung: $3\ PHO = P(OH)^3 + 2\ P$ zerfallen muss.

---

1) Derselbe mit heissem Wasser gewaschen, möglichst rasch durch Fliesspapier vom anhängenden Wasser befreit und im leeren Raum über Schwefelsäure getrocknet, ergab bei der Analyse 96—96,2 Proc. Phosphor. Die fehlenden 4 Proc. rühren jedenfalls von noch beigemengten Säuren des Phosphors, hauptsächlich phosphoriger Säure her, denn beim Erhitzen im Röhrchen entsteht neben viel sublimirenden Phosphor etwas entzündliches Phosphorwasserstoffgas und etwas Phosphorsäure.

XI. Unterphosphorige Säure und Phosphoroxychlorid.

Die Einwirkung des Phosphoroxychlorids auf die unterphosphorige Säure ist scheinbar noch lebhafter als die des Phosphorchlorürs und äusserlich von ganz ähnlichem Verlauf. Jeder Tropfen wirkt wie dort unter Phosphorabscheidung und Salzsäureentwicklung ein. Man verfährt deshalb auch hier wie dort. Wird nach vollendeter Einwirkung im Wasserbade mit aufsteigendem Kühler erhitzt, wobei eine erneute lebhaftere Entwicklung von Chlorwasserstoff auftritt, so bemerkt man bald, dass eine unter 100° siedende Verbindung gebildet ist, indem Flüssigkeit bis in den Kühler destillirt und von da wieder zurückfliesst. Dieselbe kann aus dem Wasserbade vom Rückstand und vom etwa überschüssig zugesetzten Oxychlorid abdestillirt werden und erweist sich bei erneuter Rectification als Phosphorchlorür. Der Rückstand selbst besteht hauptsächlich aus Monhydroxyl-Phosphorsäure. Der gebildeten Menge ausgeschiedenen Phosphors nach verläuft die Einwirkung nach den 2 Gleichungen:

$$6\ PH(OH)^2 + 3\ POCl^3 = 3\ PO^3H + 2\ P(OH)^3 + 4\ P + 9\ ClH$$
$$2\ P(OH)^3 + 3\ POCl^3 = 3\ PO^3H + 2\ PCl^3 + 3\ ClH$$
$$\overline{2\ [3\ PH(OH)^2 + 3\ POCl^3 = 3\ PO^3H + PCl^3 + 2\ P + 6\ ClH].}$$

Dass sie sich nach der ersteren Gleichung zunächst realisirt, wird durch die oben erwähnte erneute Entwicklung von Chlorwasserstoffgas, welche bei der Einwirkung des Wasserbades statt hat, sehr wahrscheinlich gemacht. Der Rückstand enthält auch neben Metaphosphorsäure eine das Quecksilberchlorid reducirende Säure, indess kann daraus nicht auf die Anwesenheit von phosphoriger Säure geschlossen werden, da die sich bildende zähe Metaphosphorsäure leicht etwas unverändert gebliebene unterphosphorige Säure oder etwas Phosphorchlorür einschliessen kann.

Die erstere Gleichung lässt sich nun aber weiter als die Summe folgender einfachen und sehr verständlichen Gleichungen auffassen:

$$6\ PH(OH)^2 = 2\ PH^3 + 4\ P(OH)^3$$
$$4\ P(OH)^3 + 3\ POCl^3 = 3\ PO^3H + 2\ PCl^3 + 3\ ClH + 2\ P(OH)^3$$
$$2\ PH^3 + 2\ PCl^3 = 4\ P + 6\ ClH$$

d. h. die unterphosphorige Säure verhält sich dem Phosphoroxychlorid gegenüber wie ein Gemisch von Phosphorwasserstoff und phosphoriger Säure, also ebenso, wie sie es dem Phosphor-

chlorür gegenüber thut [1]). So findet die dort aus diesem Verhalten hergeleitete Ansicht über die Constitution der Säure also auch von hier aus neue Unterstützung.

XII. Unterphosphorige Säure und Phosphorpentachlorid.

Nach der Kenntniss der Einwirkung des Phosphoroxychlorids auf die unterphosphorige Säure war es nicht schwer die Gleichung für die Endreaction aufzustellen, welche sich als die Summe der vier folgenden ergiebt:

$$3\,PH(OH)^2 + 6\,PCl^5 = 6\,POCl^3 + PCl^3 + 2\,P + 9\,ClH$$
$$6\,PH(OH)^2 + 6\,POCl^3 = 6\,PO^3H + 2\,PCl^3 + 4\,P + 12\,ClH$$
$$6\,PO^3H + 12\,PCl^5 = 18\,POCl^3 + 6\,ClH$$
$$6\,P + 9\,PCl^5 = 15\,PCl^3$$
$$9[PH(OH)^2 + 3\,PCl^5 = 2\,POCl^3 + 2\,PCl^3 + 3\,ClH].$$

Es war vielmehr durch den Versuch festzustellen, ob bei der Einwirkung des Phosphorpentachlorids sofort die Umsetzung nach der Endreaction verlaufen würde oder ob erst die Zwischenreactionen sich verwirklichten. An einer eintretenden Phosphorabscheidung war dies leicht zu erkennen.

Fügt man zu unterphosphoriger Säure, die durch kaltes Wasser gekühlt ist, allmälig und in kleineren Portionen das nach obiger Endgleichung berechnete Phosphorpentachlorid, so findet lebhafte Einwirkung unter starker Chlorwasserstoffentwicklung und sofortiger Abscheidung von rothem Phosphor statt. Es setzt sich dies beim Zufügen neuer Mengen des Chlorids eine Zeit lang so fort, die Einwirkung wird allmälig schwächer und zuletzt so schwach, dass der noch verbliebene grosse Rest von Chlorid auf einmal zugegeben werden kann und zur weiteren Einwirkung gelinde Wärme des Wasserbades angewandt werden muss. Schliesslich ist alles verflüssigt und besteht aus einem Gemenge von Phosphoroxychlorid und Phosphorchlorür.

---

1) Auch beim Erhitzen für sich verhält sich die unterphosphorige Säure so. Es ist schon oben erwähnt, dass sie bereits bei 100° anfängt Phosphorwasserstoff zu entwickeln. Dasselbe geschieht rasch unter beträchtlichem Schäumen zwischen 110° und 115°. Der verbleibende Rückstand ist phosphorige Säure, denn er kann bis 250° ohne Veränderung erhizt werden, während er über diese Temperatur hinaus erwärmt, von Neuem Phosphorwasserstoff zu entwickeln beginnt und nun erst einen Rückstand von Phosphorsäure lässt.

Die Gleichungen, nach welchen die Einwirkung der Phosphorchloride auf die Phosphorsäuren zunächst verläuft, sind demnach die folgenden:

$$PO^3H + 2\ PCl^5 = 3\ POCl^3 + ClH.$$

$$3\ PO^4H^3 + PCl^3 = 3\ PO^3H + P(OH)^3 + 3\ ClH.$$
$$2\ PO^4H^3 + POCl^3 = 3\ PO^3H + 3\ ClH.$$
$$PO^4H^3 + 3\ PCl^5 = 4\ POCl^3 + 3\ ClH.$$

$$3\ P^2O^7H^4 + PCl^3 = 6\ PO^3H + P(OH)^3 + 3\ ClH.$$
$$2\ P^2O^7H^4 + POCl^3 = 5\ PO^3H + 3\ ClH.$$
$$P^2O^7H^4 + PCl^5 = 2\ PO^3H + POCl^3 + 2\ ClH.$$

$$4\ P(OH)^3 + PCl^3 = 3\ PO^4H^3 + 2\ P + 3\ ClH.$$
$$2\ P(OH)^3 + 3\ POCl^3 = 3\ PO^3H + 2\ PCl^3 + 3\ ClH.$$
$$P(OH)^3 + 3\ PCl^5 = 3\ POCl^3 + PCl^3 + 3\ ClH.$$

$$3\ PH(OH)^2 + PCl^3 = 2\ P(OH)^3 + 2\ P + 3\ ClH.$$
$$6\ PH(OH)^2 + 3\ POCl^3 = 2\ P(OH)^3 + 4\ P + 3\ PO^3H + 9\ ClH.$$
$$3\ PH(OH)^2 + 6\ PCl^5 = PCl^3 + 2\ P + 6\ POCl^3 + 9\ ClH.$$

Jena, den 15. Januar 1873.

Beiträge zur anatomischen Kenntniss des Kreuzbeines der Säugethiere.

Von

F. Frenkel.

Hierzu Tafel XXI und XXII.

Die vorliegenden Untersuchungen über den vergleichend-anatomischen Werth eines im Sacrum des Menschen schon seit längerer Zeit bekannten, an den Skeleten anderer Säugethiere aber bisher grossentheils unbeachtet gebliebenen, selbständig verknöchernden Bestandtheiles, wurden veranlasst durch den Wunsch des Herrn Professor Gegenbaur, einen sicheren Aufschluss darüber zu erlangen, ob die von ihm bei Vögeln und Reptilien in den Seitenfortsätzen der Sacralwirbel nachgewiesenen Sacralrippen auch bei den Säugethieren in allgemeiner Verbreitung beständen und welche Beziehungen sie in diesem Falle zu dem am Sacrum befestigten Darmbeine erkennen liessen.

Die Vermuthung, dass bei allen Säugethieren das Darmbein nur mit solchen Stücken des Sacrums in Berührung träte, welche als Rippenäquivalente aufzufassen wären, erschien um so mehr gerechtfertigt, als bereits beim Menschen dieser Nachweis geführt werden konnte. Mit dem hier ausgesprochenen Zwecke einer genaueren Untersuchung über das Auftreten und Verhalten der sogenannten Sacralrippen in der Classe der Säugethiere verband sich die Absicht, die urspüngliche Zahl der echten, d. h. mit dem Beckengürtel verbundenen Sacralwirbel, die man von den anderen mit ihnen blos verwachsenen meist gar nicht unterschied, so genau als möglich festzustellen. Alle diese Verhältnisse wurden an fötalen oder sehr jugendlichen Stadien der Wirbelsäule untersucht; ausserdem standen mir die im hiesigen anatomischen Museum aufbewahrten Skelete erwachsener Säugethiere aus allen Ordnungen für die Untersuchung zu Gebote. Da es schwer hält, von anderen als von Hausthieren Embryonen in einem gewünschten Stadium sich zu verschaffen, so mussten die angestellten Beobachtungen zunächst auf diese sich be-

schränken. Indessen sind dadurch sowohl umfängliche als auch von einander sehr entfernt stehende Ordnungen der Säugethiere vertreten, sodass es gestattet sein wird, in Anbetracht der grossen anatomischen Uebereinstimmung, von den untersuchten Ordnungen auf das Verhalten der nicht untersuchten einen wenigstens theilweise berechtigten Schluss zu ziehen. Da der Mensch in dieser Richtung verhältnissmässig am genauesten bekannt ist, so möge er den Ausgangspunct dieser Darstellung bilden.

Mensch[1]).

Schon sehr frühzeitig war den Anatomen bekannt geworden wie die Brust- und Rückenwirbel des Menschen von bestimmten Puncten aus verknöchern. In den anfangs gleichmässig aus Knorpel bestehenden und ein Ganzes darstellenden Wirbeln, wird zunächst an je drei von einander isolirten Puncten das Knorpelgewebe durch Knochengewebe substituirt. Indem von diesen Puncten aus die Ossification nach allen Richtungen hin gleichmässig um sich greift, wird der Knorpel bald in einem grösseren Umkreise in festere Knochensubstanz übergeführt und bildet einen »Knochenkern«. In jedem Lumbodorsalwirbel bildet sich ein unpaarer Knochenkern inmitten des Körpers und zwei seitliche rechts und links in den oberen Bogen aus. Dass die Knochenkerne der letzteren von jenen im Körper bei ihrem ersten Auftreten sich etwas verschieden verhalten sei hier nur nebenbei bemerkt. Von den Knochenkernen der oberen Bogen aus schreitet die Ossification theils dorsalwärts in die Wandung des Rückgratcanals, theils nach aussen in die Querfortsätze, theils ventralwärts in die Seitentheile des Wirbelkörpers fort, der nur in seinem mittleren Abschnitte von den Bogenstücken unabhängig verknöchert, dazu treten dann, wie bekannt, verhältnissmässig sehr spät besondere Ossificationen an den Enden der einzelnen Fortsätze.

Lange Zeit war man der Ansicht, dass in derselben Weise auch die Sacralwirbel ossificirten, und betrachtete die untereinander verschmolzenen fünf Sacralwirbel als Lendenwirbel mit ausnehmend stark entwickelten Seitentheilen. Fallopia, Eysson und V. Coiter liessen jeden Sacralwirbel mittelst dreier Kerne, wie es von den vorhergehenden Wirbeln bekannt war, verknöchern. Im Gegensatze hierzu, führte Kerkring (Spicilegium anatomicum, Amstelodami 1670) den Nachweis,

1) Alle in diesem Aufsatze gebrauchten Ausdrücke für Lagerungsbeziehungen am menschlichen Rückgrat setzen die horizontale Lage desselben voraus, indem nur so eine Uebereinstimmung mit den später für die übrigen Säugethiere in Anwendung kommenden Bezeichnungen erzielt werden kann.

dass jeder Sacralwirbel sich mit fünf Knochenkernen aus dem knorpeligen in den knöchernen Zustand umbilde. Er war, wie es scheint, der Erste, welcher das Vorhandensein »überzähliger« Knochenkerne in den Seitentheilen der Sacralwirbel beobachtet hat. Nur irrte er sich insofern, als er die »überzähligen Kerne« als in allen fünf Sacralwirbeln vorhanden annahm, so dass ihm zufolge das knöcherne Sacrum aus 25 Knochenkernen entstand.

Zwischen beiden Angaben hält ALBIN (Icones ossium foetus humani, accedit osteogeniae brevis historia, Leiden, 1737) die Mitte, indem er das später als ein knöchernes Ganzes erscheinende Kreuzbein ursprünglich aus 21 Knochenstücken bestehen lässt, zwischen denen sich Knorpelgrenzen befänden, durch deren Verstreichen eine vollständige Verwachsung aller Stücke herbeigeführt werde. Die drei ersten Sacralwirbel enthalten nach ihm je 5, die zwei hinteren je nur 3 Knochenkerne. Durch diese Angabe der richtigen Zahl der Bildungsstücke des Kreuzbeines und in der Feststellung derjenigen Stücke an den Sacralwirbeln, welche den Bildungsstücken der Lendenwirbel entsprechen, war ein wesentlicher Fortschritt ausgedrückt. Er fand zwar in jedem Sacralwirbel die drei Bildungsstücke eines Lumbodorsalwirbels, die erwähnten drei Knochenkerne, wieder; allein ventral von den oberen Bogen zeigte sich im Seitenfortsatze der drei vorderen Sacralwirbel jederseits noch ein selbständiger Knochenkern, für den es an allen andern Wirbeln keine Analogie gab. Er will diese überzähligen Stücke processus transversi genannt wissen und spricht sich über sie nicht gerade sehr klar aus, indem er sagt: »sie entsprechen theils den Seiten des Körperstückes, theils den Anfängen der oberen Bogen«.

Diese »ventralen Seitenstücke«, wie man sie nennen könnte, suchte BLUMENBACH (Geschichte und Beschreibung der Knochen des menschlichen Körpers, Göttingen, 1807) in einer sehr sonderbaren Weise zu erklären. Er sagt über sie (S. 318): »Gegen die Zeit der Geburt kann man 21 Knochenkerne am Kreuzbein unterscheiden: Fünfe nämlich für jedes der drei oberen wirbelähnlichen Stücke, von welchen das mittlere den Körper derselben, zweie, die zu beiden Seiten nach vorn liegen, gleichsam die Seitenfortsätze, und zwei grössere, die ebenso nach hinten liegen, die schrägen Fortsätze bilden«. Die dorsalen Bildungsstücke dieser Wirbel sind also den schrägen Fortsätzen, die stets doch nur einen Theil der oberen Bogen vorstellen, gleich gesetzt.

In den neueren Lehrbüchern der menschlichen Anatomie, soweit sie überhaupt sich mit der Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule befassen, findet man zwar immer die ventralen Seitenstücke als etwas

den Kreuzwirbeln Eigenthümliches erwähnt, aber nur selten über ihre Bedeutung eine Aeusserung mitgetheilt.

Gleichwohl hatte schon Meckel in seinem »System der vergleichenden Anatomie« (I, 1. 1824. S. 243) bereits ganz bestimmt, wenn auch nur kurz, sich über die Deutung dieser sonst räthselhaften Bildungsstücke der Sacralwirbel des Menschen ausgelassen, indem er in folgender Stelle zuerst ihre Vergleichung mit Rippenrudimenten anbahnte. »Da das Kreuzbein aus mehreren Wirbeln besteht, so entwickelt es sich aus einer beträchtlichen Anzahl von Knochenstücken, deren Zahl sich wegen der Grösse mehrerer seiner Wirbel noch vermehrt, sodass z. B. beim Menschen in den drei oberen Wirbeln zu den gewöhnlichen Stücken auf jeder Seite in dem Bogentheile noch zwei ungewöhnliche, vordere, den Rippen entsprechende kommen«. Die in dieser Notiz ausgesprochene anatomische Wahrheit blieb bis in die neuere Zeit völlig unbeachtet, indem die meisten Anatomen, sich an Cuvier anlehnend, die Querfortsätze der Lendenwirbel für an dem Wirbelkörper festsitzende Rippen oder für Aequivalente von solchen hielten. So lange man dieser Ansicht huldigte, konnte man folgerichtig die ganz anders gearteten ventralen Seitenstücke der Sacralwirbel gar nicht erklären; denn wenn man auch an den Kreuzwirbeln Rippen hätte nachweisen wollen, so konnten doch nur diejenigen Abschnitte dieser Wirbel dafür betrachtet werden, welche den Querfortsätzen der Lendenwirbel entsprachen. Dies sind aber nicht die ventralen Seitenstücke, sondern die dorsalen Abschnitte der Seitenfortsätze der vorderen Sacralwirbel. Obgleich nun bereits vor längerer Zeit von A. Retzius mit grosser Bestimmtheit gezeigt worden war, dass die Querfortsätze der Lendenwirbel bei keinem Säugethiere mit den Rippen verglichen werden dürfen, dass sie etwas von Rippen ganz Verschiedenes, nämlich Fortsätze der oberen Bogen seien, wurde die alte Ansicht von den Querfortsätzen als angewachsene Rippen selbst neuerlich wieder zur Geltung gebracht. In dem »Lehrbuche der Anatomie des Menschen« von Langer (Wien, 1865) wird nämlich für alle Wirbel des Menschen, mit alleiniger Ausnahme der beiden letzten Sacralwirbel und der Steisswirbel, das Auftreten von Rippen oder deren Rudimenten behauptet. Er sagt nämlich: »die verkümmerten Visceralspangen der Hals-, Lenden- und Kreuzgegend verschmelzen mit den Wirbeln und erzeugen verschieden geformte Anhänge derselben, deren wahre Bedeutung als Aequivalente von Rippen erst neuerer Zeit erkannt wurde«. Und weiter sagt er (S. 44): »In der Lendengegend treten die Rippenrudimente als längere, plattgedrückte Spangen auf, wachsen an die Seitentheile der Wirbelbogen an und stellen quer abtretende Fortsätze dar, welche man ebenfalls Querfortsätze nennt, aber richtiger mit

dem Namen processus costarii bezeichnen sollte«. Wie aber schon dem Entdecker der ventralen Seitenstücke am Sacrum, ALBIN, kein Homologon derselben an den Lendenwirbeln bekannt war, so ist nicht einzusehen, dass Querfortsätze und ventrale Seitenstücke denselben anatomischen Werth haben sollen. Wenn die einen Rippen sind, dann können es die andern nicht sein; denn es können nicht zwei nach ihrem Ursprunge ganz verschiedene Stücke ein und dasselbe vorstellen.

Mit den Brust- und Halsrippen wurden dagegen die ventralen Seitenstücke zuerst in QUAIN's Anatomie (1. Bd., 7. Aufl. 1867) zusammengestellt. Es findet sich hier (S. 22) angegeben, dass diese Knochenstücke den sogenannten vorderen Schenkeln der Querfortsätze der Halswirbel entsprechen, und da diese als Rippenrudimente betrachtet werden müssen, so sind nach ihm auch die ventralen Seitenstücke nur als solche anzusehen.

Durch die von GEGENBAUR (»Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel«, diese Zeitschrift, Bd. VI) aufgeführten vergleichend anatomischen Thatsachen wurde es endlich ausser allen Zweifel gesetzt, dass die bisher nur beim Menschen bekannten ventralen Seitenstücke der Sacralwirbel als Sacralrippen betrachtet werden müssen, wie die unteren Schenkel der Querfortsätze der echten Sacralwirbel der Vögel oder die den Beckengürtel tragenden Querfortsätze am Sacrum der Crocodile, und damit waren alle Einwände gegen eine derartige Deutung der ventralen Seitenstücke, welche noch kurz vorher von HASSE und SCHWARK (»Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule« in: Anatomische Studien, Heft 1, 1870) erhoben worden waren, als nicht stichhaltig zurückgewiesen.

Obgleich demnach die Verhältnisse des Sacrums beim Menschen bereits in vielen Stücken genau bekannt sind, so ist doch über die Beziehungen zu den Darmbeinen und über die häufigen Anomalien des Sacrums, welche mit dem Auftreten der Sacralrippen in Zusammenhang stehen, noch wenig, über die Grössenunterschiede der Sacralrippen bei beiden Geschlechtern meines Wissens nach nichts Zusammenhängendes veröffentlicht worden. Neben den hierüber zu machenden Bemerkungen dürfte eine kurze Besprechnng auch der schon bekannten Thatsachen der Entwickelung, welche mit dem Verhalten bei anderen Säugethieren verglichen in einem neuen Lichte erscheinen, und im Hinblick darauf gerechtfertigt sein.

In dem frühesten von mir untersuchten Stadium ist das Sacrum äusserlich noch ganz knorpelig. Die Länge der Wirbelsäule beträgt 5 Centimeter. Das Kreuzbein besteht aus 5 mit ihren Seitentheilen innig verschmolzenen, aber durch hohe Zwischenwirbelbänder in der

Mitte von einander geschiedenen Wirbeln. Es zeigt gegen spätere Zustände keine wesentliche Gestaltverschiedenheit, abgesehen davon, dass die vorderen Kreuzbeinlöcher relativ grösser sind, als später, weil die Seitenfortsätze zu dieser Zeit noch schlank und weniger verdickt erscheinen. Das Ganze stellt einen Keil dar mit zwei convergirenden Seitenflächen, die theilweise an die Darmbeine grenzen. Die beiden Seitenflächen fallen schräg nach aussen und unten ab und neigen in dorsaler Richtung unter einem Winkel zusammen. Daher ist die ventrale Oberfläche des Sacrums grösser, als die dorsale, und übertrifft sie in diesem und in allen noch zu besprechenden Stadien an Breite um so mehr, je grösser der Winkel ist, unter dem die beiden Seitenflächen nach oben convergiren. Nach hinten zu nehmen die das Sacrum vorstellenden Wirbel schnell an Grösse ab, und zwar weniger durch Volumsverminderung der Körper, als vielmehr der Seitenfortsätze. Während die Querfortsätze der Lendenwirbel noch ganz kurze, zwischen Körper und oberem Bogen seitlich abtretende, stumpfe Fortsätze darstellen, sind die Seitenfortsätze besonders der vorderen Sacralwirbel distal stark verbreiterte, flügelartige Anhänge des Wirbelkörpers, deren ventraler Abschnitt stärker als der dorsale lateral hervorragt. Die mit breiter Fläche nach vorn sehenden Seitenfortsätze speciell des ersten Sacralwirbels besitzen in der Mitte dieser Fläche eine seichte Vertiefung und nach aussen von ihr am Rande eine Einbuchtung, durch welche ein dorsaler und ventraler Abschnitt bereits in diesem frühen Stadium erkennbar ist. Der dorsale Abschnitt entspricht durch seine Lage zum Wirbelkörper und zum oberen Bogen wie durch seine geringe seitliche Ausdehnung dem Querfortsatze eines Lendenwirbels, mit dem er auch darin übereinstimmt, dass er in gerader Richtung nach aussen geht. Der ventrale Schenkel dagegen füllt den einspringenden Winkel aus, der zwischen dem nach unten gewölbten Körper eines Lendenwirbels und dem nach oben zurücktretenden Querfortsatze sich herstellt, sodass es schon an dem äusserlich noch ganz knorpeligen Kreuzbeine in die Augen fällt, man habe es nicht mit einer blossen Volumenzunahme einer Verdickung der Querfortsätze, *sondern mit einem in den Seitenfortsätzen der Sacralwirbel neu auftretenden Bildungsstücke zu thun.*

In wievielen Wirbeln dieses vorhanden sei, ist mit Bestimmtheit hier noch nicht anzugeben; indessen lässt sich vermuthen, dass es nicht in allen auftritt, weil die beiden hinteren Sacralwirbel sich nicht durch flügelartig verbreiterte Seitentheile auszeichnen. Die Seitenfläche des Sacrums ist zudem sehr breit, soweit sie den drei vorderen Wirbeln angehört, und endigt nach hinten schmal und spitz, wo sie sich auf die

beiden letzten Wirbel fortsetzt. Auch in ihrer Richtung stimmen die ventralen Schenkel der Seitenfortsätze mit den dorsalen nicht überein; besonders die ventralen Schenkel der Seitenfortsätze des ersten Kreuzwirbels sind stark nach hinten und unten gerichtet, am zweiten ist dies etwas weniger der Fall, am dritten gehen sie rechtwinklig quer vom Wirbelkörper ab. Aus der Richtung der Seitenfortsätze erklärt sich die Verschmelzung derselben an ihren Enden; denn so stark die vorderen nach hinten gerichtet sind, so stark sind es die hinteren (dem 4. und 5. Sacralwirbel angehörigen) nach vorn. Sie neigen also mit ihren Enden alle zusammen und verschmelzen hier so innig, dass die Grenze zwischen zwei Wirbeln nicht zu bestimmen ist.

Die (bei horizontal gedachter Stellung der Wirbelsäule) von aussen und oben den Seitenflächen des Sacrums sich auflagernden Darmbeine berühren unmittelbar nur einen Theil derselben, nämlich nur den vorderen, den Enden der Seitenfortsätze der drei vorderen Sacralwirbel angehörigen Abschnitt jeder Seitenfläche und zwar den am weitesten vorragenden ventralen Rand derselben. Daher sind es die ventralen, niemals die dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze, welche die Darmbeine tragen. Die Gelenkfläche, mittelst welcher die Berührung mit dem Ilium stattfindet, ist die sogenannte facies auricularis. Sie erhebt sich um ein Weniges über das Niveau der Seitenfläche, von der sie ein Theil ist. Der zwischen dem nicht erhabenen Theile der letzteren und dem auf der Gelenkfläche knapp aufliegenden Darmbeine übrig bleibende Raum, ist mit weicher Bandmasse ausgefüllt.

Da der Seitenfortsatz des ersten Kreuzbeinwirbels in jeder Richtung am meisten entwickelt ist, so bildet er auch einen verhältnissmässig grossen Theil der Seitenfläche des Sacrums. Sein distales Ende ist ganz besonders verbreitert. Demgemäss hat er auch an der Bildung der facies auricularis den grössten Antheil, mehr als die Hälfte derselben gehört ihm an. Am Ilium entspricht ihm eine tiefe Grube, in die er sich mit seinem Antheil an der facies auricularis hineinlegt, während die Anlegestelle der beiden anderen Sacralwirbel weniger ausgedehnt und fast nicht vertieft ist. Zwischen beiden Abschnitten der am Darmbeine für die ohrförmige Fläche des Kreuzbeines befindlichen Gelenkgrube erhebt sich eine schmale Knorpelleiste, welche die Grenzscheide zwischen dem Gebiete des ersten Wirbels und dem des zweiten und dritten darstellt. Auf der Gelenkfläche des Sacrums entspricht dieser Leiste eine zwischen dem ersten und zw[illegible] hinziehende, nach oben laufende kleine Vertiefung[1]).

1) Das hier über die Theilnahme der einzelnen Sacralwir[illegible]

Da, wo der erste Sacralwirbel dem Darmbein sich anfügt, ist dieses ventral stark aufgeworfen und verdickt. Die Verdickung zieht sich nach unten und hinten bis zum Schambeinkamme, bildet später, wenn sie als eine noch schärfer ausgeprägte Linie hervortritt, die linea arcuata interna. Sie stellt die Grenze zwischen dem grossen und dem kleinen Becken dar. Die gleichnamigen beiden Linien der rechten und linken Seite gehen über den ventralen Rand der Seitenfortsätze des ersten Sacralwirbels am Körper desselben ineinander über. Durch die grössere Ausdehnung seiner Seitentheile, durch die selbständige Art seiner Einlenkung an die Darmbeine und durch die Beziehung, welche zwischen seinen eingestemmten Fortsätzen und der Gestaltung eines wichtigen Abschnittes der Darmbeine besteht, erhält der erste Sacralwirbel eine hervorragende Wichtigkeit. Nach unten und hinten von der Verbindungsstelle mit dem Sacrum beginnt die Verknöcherung der Darmbeine, welche sich von da aus, concentrisch fortschreitend, allmälig über die Knorpelmasse derselben ausbreitet.

Wie weit an diesem embryonalen Skelete die Verknöcherung der Wirbel vorgeschritten sei, konnte erst durch Querschnitte festgestellt werden, welche gleichzeitig durch Wirbelkörper, Seitenfortsätze und Bogen geführt wurden. Es zeigte sich, dass die Mehrzahl aller Wirbel bereits damit begonnen hatte und dass, je weiter ein Wirbel nach vorn lag, um so grösser die in seiner knorpeligen Grundmasse eingebetteten Knochenkerne sich erwiesen. An den letzten Wirbeln, vom dritten Sacralwirbel an, zeigte sich noch keine Spur von beginnender Ossification und selbst der zweite Sacralwirbel besass nur inmitten seines Körpers einen kleinen Knochenkern. Am ersten Kreuzbeinwirbel und an den Lendenwirbeln hatten sich bereits drei von einander unabhängige Ossificationscentren gebildet, eins im Wirbelkörper, zwei seitliche dorsal davon als knöcherne Grundlage der oberen Bogen. Soviel über den Befund an dem frühesten von mir untersuchten Stadium des menschlichen Sacrums. Die im Folgenden kurz beschriebenen Vorgänge bei der Ossification dieses Skelettheiles wurden theils an fötalen Wirbelsäulen, theils an solchen von Kindern aus den ersten Lebensjahren beobachtet.

Die erst nach aussen und oben, dann nach innen und oben gewendeten Bogen, welche sich dorsal vereinigend den von jedem Wirbel

---

verbindung mit dem Darmbeine Gesagte, findet in demselben Maasse auch auf spätere Stadien volle Anwendung. Selbst an Skeleten Erwachsener kann man die hier festgestellten Thatsachen beobachten.

gebildeten Ring über dem Rückgratcanal abschliessen, senden von ihrer am weitesten nach aussen ragenden Ecke an den Lendenwirbeln die Querfortsätze ab, als deren entsprechende Stücke wir die oberen Schenkel der Seitenfortsätze der Sacralwirbel erkannten. In dem dieser Ecke entsprechenden, von den divergirenden Richtungen eines Bogens eingeschlossenen Winkel, zunächst dem Rückgratcanale, bildet sich jederseits der Knochenkern aus, durch dessen Wachsthum allmälig der ganze Bogen in den knöchernen Zustand übergeht. Von diesem Kerne aus schreitet die Ossification nach drei verschiedenen Richtungen hin mit verschiedener Schnelligkeit fort: nach oben bis zur Berührung mit dem Knochen der anderen Seite und ihrer Verschmelzung zur Bildung des Dornfortsatzes; nach der Seite in den sich verlängernden Querfortsatz hinein; und endlich abwärts in den Wirbelkörper, wo das Wachsthum so lange fortdauert, bis unter Berührung mit dem sich rasch vergrössernden Knochenkerne des Wirbelcentrums die Möglichkeit einer weiteren Ausdehnung aufhört.

An jedem Lendenwirbel bleiben, auch nach Umwandlung alles Knorpels in Knochensubstanz, die Spuren seiner Entwickelung aus drei Knochenkernen noch längere Zeit erhalten, indem durch erst in späterer Zeit verstreichende Nähte die Grenzen der von den Knochenkernen aus ossificirten Theile bezeichnet sind. Diese längst bekannten Thatsachen der Entwicklungsgeschichte der Lendenwirbel finden nicht minder ihre volle Anwendung auf die fünf Sacralwirbel, und es würde überhaupt kaum ein Unterschied in der Entwickelung beider Arten von Wirbeln stattfinden, wenn nicht die ventralen Schenkel der Seitenfortsätze der vorderen drei Kreuzbeinwirbel einen selbständigen Verknöcherungsprocess durchmachten. Diese verharren, während im Wirbelkörper und in den oberen Bogen bereits ganz deutliche Knochenkerne aufgetreten sind, wie es scheint, noch ziemlich lange Zeit im knorpeligen Zustande, ohne durch eine auf Querschnitten im Knorpel etwa sichtbare Grenze von den dorsalen Schenkeln der Seitenfortsätze und vom Wirbelkörper geschieden zu sein. Selbst unter dem Mikroskop war es nicht möglich, an der Stelle, wo man diese Grenzlinie der ventralen Schenkel der Seitenfortsätze hätte vermuthen können, einen Unterschied im Gewebe zu entdecken.

In den ersten Monaten des fötalen Lebens findet, abgesehen von einer mit der Entwickelung der Wirbelsäule Schritt haltenden Volumenzunahme, an dem nur langsam ossificirenden Sacrum so gut wie keine Veränderung statt. Als Beweis dafür dienen mir die Skelete zweier mens[illegible] die beide vom Atlas bis zum Schwanzende circ[illegible] haben und deren eines besonders kräftig

entwickelte Wirbel aufweist. An beiden ist noch keine relative Grössenzunahme der in jedem Sacralwirbel angelegten drei Knochenkerne und, was das Wichtigste ist, ebenso wie an der oben besprochenen 5 Centimeter langen Wirbelsäule, noch keine Spur einer selbständigen Verknöcherung der ventralen Schenkel zu bemerken. Macht man dagegen Querschnitte durch die Seitenfortsätze am Sacrum Neugeborener, so findet man stets im ventralen Abschnitte derselben einen isolirten Knochenkern, bereits mehr oder minder ausgebildet, vor. Da in diesen Skeleten stets, mindestens am ersten Sacralwirbel, die selbständigen Knochenkerne vorhanden und oft schon recht ansehnlich gross sind, so ist es ganz sicher, dass sie noch vor der Geburt sich entwickeln. Da sie aber andererseits kurz nach der Geburt im zweiten Sacralwirbel verhältnissmässig noch klein und im dritten (an dem Skelete eines mehrere Wochen alten Kindes) nach gar nicht aufgetreten sind, so ist auch ihre Entstehung im ersten Sacralwirbel, was durch die 11 Centimeter langen Wirbelsäulen bestätigt wird, in eine späte Zeit des fötalen Lebens zu setzen. Selbst an der 26 Centimeter langen Wirbelsäule eines Kindes (von angeblich einem halben Jahre) war, trotz vorhandener Verdickung der Seitenfortsätze, im dritten Sacralwirbel ein Auftreten der »ventralen Seitenstücke« (wie diese Knochenstückchen vorderhand am besten genannt werden) noch nicht bemerkbar, und im ersten und zweiten Wirbel waren sie kaum grösser, als an den entsprechenden Stellen des mehrere Wochen alten, nur 22 Centimeter messenden Vertebral-Skeletes eines Neugeborenen.

Die erste Anlage dieser »überzähligen« Knochenkerne findet näher dem äusseren, als dem inneren Ende der ventralen Schenkel der Seitenfortsätze statt. Wenn sie unter Verbrauch des umgebenden Knorpels wachsen, so besitzen sie im Querdurchschnitte der Seitenfortsätze eine ovale Umrandung. Sie dehnen sich bald bis an die Oberfläche derselben aus und erstrecken sich in die Wand des Canals hinein, zu denen die unteren Kreuzbeinlöcher den Eingang bilden. Sie sind stets durch eine breitere Knorpelgrenze von dem Knochenkerne des Wirbelcentrums, als von dem in die dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze sich ausbreitenden Knochenkerne getrennt. (Fig. 1.)

Bezüglich der späteren Veränderungen ist bekannt, wie erst die einzelnen Knochenstücke jedes Sacralwirbels und dann die Sacralwirbel selbst untereinander verschmelzen und alle zu einem einzigen Knochen verwachsen. Zuerst fliessen die beiden oberen Bogen (an den drei vorderen Wirbeln) oben zu dem Rudimente eines Dornfortsatzes zusammen; dann verschmelzen die ventralen Seitenstücke mit dem entsprechenden dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze; nicht lange nach dieser Verschmelzung

vollzieht sich die Verwachsung der Seitentheile mit dem Wirbelkörper, zuerst mit dem, einem Querfortsatze entsprechenden Schenkel, dann, aber viel später, mit dem ventralen Seitenstücke. Die Nähte zwischen den Bildungsstücken der Wirbel verschwinden um so eher, je kleiner ein Wirbel ist. Daher verschwinden die Spuren der ventralen Seitenstücke am dritten Kreuzbeinwirbel eher als am zweiten und erhalten sich am längsten am ersten Wirbel.

Am Ende des ersten Lebensjahres haben alle Knochenkerne im Kreuzbeine ihre gehörige Grösse erreicht, sodass die einzelnen Stücke nur noch durch schmale Nähte getrennt sind. Diese verschwinden nur sehr langsam nach einer Anzahl von Jahren und sind im neunten Lebensjahre, wie an dem mir vorliegenden Skelete eines Knaben zu sehen ist, noch nicht ganz verschwunden. Erst im Pubertätsalter beginnen die Wirbel des Kreuzbeines untereinander und zwar in der Reihenfolge von hinten nach vorn zu verwachsen, sodass die vollständige Verschmelzung des ersten und zweiten Sacralwirbels, bei der Langsamkeit des ganzen Processes, erst zwischen dem 25. und 30. Lebensjahre eintritt. (Vergl. Cruveilhier, Traité d'anatomie, I. S. 106 ff.)

Nachdem die Verknöcherung des Sacrums bis zu einer gegenseitigen Berührung der Knochenkerne vorgeschritten, lässt sich der Antheil bemessen, den die oberen und unteren Schenkel der Seitenfortsätze an der Bildung der Seitenfläche des Kreuzbeines und an der Verwachsung der Wirbel desselben nehmen. Es wurde bereits oben gezeigt, dass die Verwachsung der Seitentheile der Sacralwirbel eine Folge der ausserordentlichen Verdickung ihrer Enden und ihrer Convergenz nach einem Puncte hin ist. Es lässt sich nun beweisen, dass eine Verwachsung der Seitenfortsätze gar nicht eintreten würde, wenn nicht ventrale Seitenstücke am Sacrum vorhanden wären, sowie, dass die Wölbung des Kreuzbeines nach oben (oder, bei aufrechter Stellung, nach hinten) unmittelbar durch die Gestalt der ventralen Seitenstücke bedingt ist. Die letzteren haben nämlich im fertigen Zustande die Gestalt eines mit seinem abgestumpften Ende dem Wirbelkörper anliegenden Kegels, der mit einem etwas abgeplatteten Theile seiner Mantelfläche dem oberen Schenkel des Seitenfortsatzes angefügt ist, während der übrige Theil der Mantelfläche der freien Oberfläche des Seitenfortsatzes angehört. Die breite, kreisförmige Grundfläche des Kegelstumpfes schaut seitwärts nach aussen und stellt einen Theil der Seitenfläche des Kreuzbeins dar. Die dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze nehmen mit ihrem distalen Ende an der Bildung der Seitenflächen einen kaum nennenswerthen Antheil, indem sie durch die stark verbr[illegible] ventralen Seitenstücke an den drei

vorderen Sacralwirbeln von der Berührung mit den Seitentheilen der angrenzenden Wirbel fast ausgeschlossen sind. Anders verhält es sich an den beiden letzten Sacralwirbeln, an denen die ventralen Seitenstücke gänzlich fehlen. Die Enden ihrer Querfortsätze sind durch schmale, allmälig verknöchernde Knorpelbrücken mit den Enden der seitlichen Fortsätze des je vorhergehenden Wirbels verbunden. Von der Seitenfläche des Kreuzbeines gehört daher nur der schmale, dorsale, auf die beiden letzten Wirbel fortgesetzte Rand den Querfortsätzen der Sacralwirbel an, die ganze übrige Seitenfläche wird von den ventralen Seitenstücken durch Verschmelzung der Ränder ihrer Grundflächen gebildet. Die Convexität des Kreuzbeines nach oben erscheint dadurch als eine Folge der starken ventralen Verbreiterung und dorsalen Verschmälerung durch die Enden der Seitenfortsätze der drei vorderen Wirbel. Die Theilnahme der den processus transversi der Lendenwirbel entsprechenden dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze an der Verwachsung der Seitentheile erklärt sich vielleicht aus der Annäherung ihrer Enden infolge der Krümmung des Kreuzbeines und aus der nahen Beziehung, in welche sie zu den ventralen Seitenstücken durch Verschmelzung mit ihnen getreten sind.

Die hier beschriebenen Lagerungsbeziehungen der letzteren lassen sich am besten an Skeleten drei- bis vierjähriger Kinder beobachten, an denen die Grenzen der einzelnen Knochenstücke auch äusserlich deutlich durch Nähte bezeichnet sind. Da dies auch auf den Seitenflächen noch der Fall ist, so sieht man an jenen Skeleten genau, dass die glatte überknorpelte Gelenkfläche, facies auricularis, welche den grösseren, ventralen Abschnitt der Seitenfläche bildet, an keiner Stelle den Querfortsatzenden angehört, sondern nur den ventralen Seitenstücken. Indessen treten auch diese nicht mit ihrer ganzen Aussenfläche mit dem Darmbeine in Berührung; der kleinere dorsale Abschnitt dieser Fläche besitzt keinen Knorpelüberzug, er hat eine rauhe, knöcherne Oberfläche und zeigt sich, nach Ablösung des Darmbeins vom Sacrum durch straffe Bandmasse mit ersterem verbunden. Immer, und es wurde darauf hin eine grössere Anzahl Kreuzbeine untersucht, gehört der grösste Theil der facies auricularis dem ventralen Seitenstücke des ersten Sacralwirbels an. Dagegen ist die Grösse ihrer Ausdehnung auf den zweiten und dritten Kreuzbeinwirbel nicht nur individuellen Verschiedenheiten unterworfen, sondern oft sogar auf beiden Seiten eines und desselben Sacrums ungleich. Gewöhnlich nimmt die facies auricularis den ganzen ventralen Rand der Seitenfläche des zweiten und mit ihrem hinteren Ende noch den

vorderen Abschnitt der Seitenfläche des dritten Sacralwirbels ein. Doch kommen hiervon auch manche Abweichungen vor, oder sogar asymetrisches Verhalten, wie ich z. B. an dem Sacrum eines neunjährigen Knaben finde, welches auf einer Seite den gewöhnlichen Befund, auf der andern Seite aber die facies auricularis nur dem ersten und zweiten Sacralwirbel angehörig aufweist.

Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass die dorsalen Abschnitte in den Seitenfortsätzen der vorderen Sacralwirbel, sowie die Seitenfortsätze der beiden letzten, in ihrer ganzen Ausdehnung den Querfortsätzen der Lendenwirbel entsprechen. Genauer ausgedrückt entsprechen sie der Wurzel der oberen Bogen am Körperstücke des Wirbels und deren seitlicher, einen kurzen Querfortsatz darstellenden Verlängerung. Darüber kann bei Vergleichung durch die Kreuzbeinwirbel gelegter Querschnitte, mit Querschitten durch Lendenwirbel des nämlichen Skelets kaum ein Zweifel sein. Denkt man sich die durch Nähte noch deutlich abgegrenzten ventralen Seitenstücke hinweg, so gewährt der Durchschnitt durch einen Sacralwirbel vollkommen das Bild eines quer durchschnittenen Lendenwirbels, dessen Querfortsätze mit getroffen sind. Die Querfortsätze der Lendenwirbel nehmen von vorn nach hinten bis zum vierten stetig an Länge zu, und sind am fünften in demselben Maasse verkürzt. In der That folgen die processus transversi, die wir in den Seitentheilen des Kreuzbeins als Enden der dorsalen Schenkel wiederfinden, genau diesem Verhalten und setzen es fort indem sie von vorn nach hinten eine relative Abnahme der Länge erfahren. Sie unterscheiden sich von den processus transversi der Lendenwirbel nur durch die der Function des Kreuzbeins angepasste Verdickung ihres mit dem nächsten Wirbel verwachsenden Endes.

Das ventrale Seitenstück zeigt sich auf solchen Querschnitten mit dem oberen Bogen auf einer grösseren Strecke als mit dem Wirbelkörper in Berührung. Am zweiten und dritten Sacralwirbel, wo es quer durchschnitten einen dreieckigen Umriss hat, berührt es den Wirbelkörper sogar nur mit seiner inneren Ecke in einer kaum linearen Ausdehnung.

Eine besondere Bedeutung erhalten die ventralen Seitenstücke wenn man den Einfluss des Sacrums auf die Configuration des Beckens in beiden Geschlechtern in Betracht zieht. Bekanntlich sind am weiblichen Becken alle Durchmesser relativ grösser, als am männlichen. Das weibliche Sacrum ist kürzer und breiter, als das Sacrum des Mannes. Im Allgemeinen kann man es als Regel ansehen, dass die grösste Breite des weiblichen Sacrums gleich ist seiner Länge, während das männliche

vorderen Sacralwirbeln von der Berührung mit den Seitentheilen der angrenzenden Wirbel fast ausgeschlossen sind. Anders verhält es sich an den beiden letzten Sacralwirbeln, an denen die ventralen Seitenstücke gänzlich fehlen. Die Enden ihrer Querfortsätze sind durch schmale, allmälig verknöchernde Knorpelbrücken mit den Enden der seitlichen Fortsätze des je vorhergehenden Wirbels verbunden. Von der Seitenfläche des Kreuzbeines gehört daher nur der schmale, dorsale, auf die beiden letzten Wirbel fortgesetzte Rand den Querfortsätzen der Sacralwirbel an, die ganze übrige Seitenfläche wird von den ventralen Seitenstücken durch Verschmelzung der Ränder ihrer Grundflächen gebildet. Die Convexität des Kreuzbeines nach oben erscheint dadurch als eine Folge der starken ventralen Verbreiterung und dorsalen Verschmälerung durch die Enden der Seitenfortsätze der drei vorderen Wirbel. Die Theilnahme der den processus transversi der Lendenwirbel entsprechenden dorsalen Schenkel der Seitenfortsätze an der Verwachsung der Seitentheile erklärt sich vielleicht aus der Annäherung ihrer Enden infolge der Krümmung des Kreuzbeines und aus der nahen Beziehung, in welche sie zu den ventralen Seitenstücken durch Verschmelzung mit ihnen getreten sind.

Die hier beschriebenen Lagerungsbeziehungen der letzteren lassen sich am besten an Skeleten drei- bis vierjähriger Kinder beobachten, an denen die Grenzen der einzelnen Knochenstücke auch äusserlich deutlich durch Nähte bezeichnet sind. Da dies auch auf den Seitenflächen noch der Fall ist, so sieht man an jenen Skeleten genau, dass die glatte überknorpelte Gelenkfläche, facies auricularis, welche den grösseren, ventralen Abschnitt der Seitenfläche bildet, an keiner Stelle den Querfortsatzenden angehört, sondern nur den ventralen Seitenstücken. Indessen treten auch diese nicht mit ihrer ganzen Aussenfläche mit dem Darmbeine in Berührung; der kleinere dorsale Abschnitt dieser Fläche besitzt keinen Knorpelüberzug, er hat eine rauhe, knöcherne Oberfläche und zeigt sich, nach Ablösung des Darmbeins vom Sacrum durch straffe Bandmasse mit ersterem verbunden. Immer, und es wurde darauf hin eine grössere Anzahl Kreuzbeine untersucht, gehört der grösste Theil der facies auricularis dem ventralen Seitenstücke des ersten Sacralwirbels an. Dagegen ist die Grösse ihrer Ausdehnung auf den zweiten und dritten Kreuzbeinwirbel nicht nur individuellen Verschiedenheiten unterworfen, sondern oft sogar auf beiden Seiten eines und desselben Sacrums ungleich. Gewöhnlich nimmt die facies auricularis den ganzen ventralen Rand der Seitenfläche des zweiten und mit ihrem hinteren Ende noch den

vorderen Abschnitt der Seitenfläche des dritten Sacralwirbels ein. Doch kommen hiervon auch manche Abweichungen vor, oder sogar asymetrisches Verhalten, wie ich z. B. an dem Sacrum eines neunjährigen Knaben finde, welches auf einer Seite den gewöhnlichen Befund, auf der andern Seite aber die facies auricularis nur dem ersten und zweiten Sacralwirbel angehörig aufweist.

Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, *dass die dorsalen Abschnitte in den Seitenfortsätzen der vorderen Sacralwirbel, sowie die Seitenfortsätze der beiden letzten, in ihrer ganzen Ausdehnung den Querfortsätzen der Lendenwirbel entsprechen.* Genauer ausgedrückt entsprechen sie der Wurzel der oberen Bogen am Körperstücke des Wirbels und deren seitlicher, einen kurzen Querfortsatz darstellenden Verlängerung. Darüber kann bei Vergleichung durch die Kreuzbeinwirbel gelegter Querschnitte, mit Querschitten durch Lendenwirbel des nämlichen Skelets kaum ein Zweifel sein. Denkt man sich die durch Nähte noch deutlich abgegrenzten ventralen Seitenstücke hinweg, so gewährt der Durchschnitt durch einen Sacralwirbel vollkommen das Bild eines quer durchschnittenen Lendenwirbels, dessen Querfortsätze mit getroffen sind. Die Querfortsätze der Lendenwirbel nehmen von vorn nach hinten bis zum vierten stetig an Länge zu, und sind am fünften in demselben Maasse verkürzt. In der That folgen die processus transversi, die wir in den Seitentheilen des Kreuzbeins als Enden der dorsalen Schenkel wiederfinden, genau diesem Verhalten und setzen es fort indem sie von vorn nach hinten eine relative Abnahme der Länge erfahren. Sie unterscheiden sich von den processus transversi der Lendenwirbel nur durch die der Function des Kreuzbeins angepasste Verdickung ihres mit dem nächsten Wirbel verwachsenden Endes.

Das ventrale Seitenstück zeigt sich auf solchen Querschnitten mit dem oberen Bogen auf einer grösseren Strecke als mit dem Wirbelkörper in Berührung. Am zweiten und dritten Sacralwirbel, wo es quer durchschnitten einen dreieckigen Umriss hat, berührt es den Wirbelkörper sogar nur mit seiner inneren Ecke in einer kaum linearen Ausdehnung.

Eine besondere Bedeutung erhalten die ventralen Seitenstücke wenn man den Einfluss des Sacrums auf die Configuration des Beckens in beiden Geschlechtern in Betracht zieht. Bekanntlich sind am weiblichen Becken alle Durchmesser relativ grösser, als am männlichen. Das weibliche Sacrum ist kürzer und breiter, als das Sacrum des Mannes. Im Allgemeinen kann man es als Regel ansehen, dass die grösste Breite des weiblichen Sacrums gleich ist seiner Länge, während das männliche

Sacrum dadurch schmäler erscheint, dass es weniger breit als lang ist. Der Grund dieser wichtigen sexuellen Verschiedenheit in den Maassverhältnissen dieses Knochens ist, dass, bei sich gleichbleibender Breite der Wirbelkörper, am weiblichen Sacrum die ventralen Seitenstücke länger sind, als am männlichen. Wenn man die Breite des Zwischenraumes zwischen dem rechten und linken vordersten Sacralloche (statt der nicht bestimmbaren Breite des mittleren Theiles eines Wirbelkörpers) und die grösste Breite des ersten Sacralwirbels (auf seiner ventralen Fläche hin) misst, die Breite jenes intervertebralen Abschnitts = 1 setzt, und dies an einer Anzahl männlicher und weiblicher Kreuzbeine vollführt, so ergiebt sich als das aus den so erhaltenen Verhältnisszahlen für beide Geschlechter gefundene Mittel, dass beim weiblichen Geschlechte die Breite des intervertebralen Abschnitts zur grössten Breite des ersten Sacralwirbels sich wie 1 : 4,01, beim männlichen wie 1 : 3,52 verhält. Das ventrale Seitenstück erreicht demnach am weiblichen Sacrum die relative Länge 1,50, am männlichen dagegen nur 1,26. Man sieht dass die letztere Zahl zur ersteren in dem Verhältnisse 1 : 1,19, also fast = 1 : 1,2 steht. Diese Verlängerung der ventralen Seitenstücke beim Weibe, welche mit den veränderten Grössenverhältnissen des ganzen Beckens in innigster Beziehung steht, muss, wie alle Veränderungen am Becken, als eine Anpassungserscheinung an die geschlechtlichen Functionen betrachtet werden. Wie durch sie die Configuration des Beckens beherrscht wird ist verständlich, wenn man den bei ihrem Auftreten weniger steil ventralwärts erfolgenden Abfall der Seitenflächen und deren dorsale Convergenz beachtet.

Die den Seitenflächen angefügten Darmbeinplatten stehen daher ventral weiter auseinander, und, indem diese grössere Divergenz durch Verlängerung der linea arcuata interna und des horizontalen Schambeinastes compensirt wird, gewinnen alle Beckendurchmesser an Länge, während zugleich der Schambogen flacher und weiter und das foramen obturatum eckiger ist.

Abgesehen von dieser, je nach dem Geschlechte verschiedenen, Längenentwickelung seiner Seitentheile ist das Sacrum noch so vielfachen Variationen unterworfen, dass man es mit Recht als den veränderlichsten Abschnitt der Wirbelsäule bezeichnet findet. Die an demselben wahrgenommenen Abweichungen von seinen normalen Verhältnissen betreffen am häufigsten die Zahl der in ihm verwendeten Wirbel, und zielen theils auf eine Abnahme, theils auf eine Zunahme jener Zahl, mit oder ohne eine gleichzeitige Reduction oder eine Neubildung ventraler Seitenstücke hin. Durch die Beziehung zu letzteren

geben mir diese Anomalien zu eingehender Aeusserung Anlass. Meine hierüber gemachten Beobachtungen schliessen sich an die von Dr. Dürr mitgetheilten Fälle an. (Zeitschrift für rationelle Medicin 3. Reihe VIII. Bd. S. 185.)

Eine Verminderung der sacralen Wirbelzahl auf vier kann durch ein Ausscheiden des ersten oder des letzten Wirbels aus dem Verbande des Kreuzbeins hevorgebracht sein. Beide geben in solchem Falle ihre characteristischen Eigenschaften als Sacralwirbel auf, indem sie das Streben zeigen, sich durch ihre Form dem anstossenden Abschnitte der Wirbelsäule anzuschliessen und dadurch ihre Selbständigkeit zu erhalten. — Den fünften Sacralwirbel findet man oft ohne seitliche Verbindung dem vierten beweglich ansitzend, wodurch die Zahl der Schwanzwirbel um einen vermehrt erscheint. Dagegen verliert der erste Sacralwirbel, wenn keine ventralen Seitenstücke an ihm zur Entwickelung kommen, durch Verschmälerung seiner nicht mehr an das Darmbein stossenden Seitenfortsätze das Aussehen eines Sacralwirbels und gleicht einem bloss mit Querfortsätzen ausgestatteten Lendenwirbel. Man findet diesen Fall nicht selten erwähnt, obgleich nicht angegeben ist, ob ein gänzliches Fehlen der ventralen Seitenstücke nachgewiesen wurde oder ob wenigstens noch Spuren davon am ventralen Rande der Querfortsätze zu sehen waren. Das Wahrscheinlichere ist jedenfalls das Letztere; denn obgleich ich diesen Fall an mehreren Belegstücken aus der hiesigen anatomischen Sammlung beobachten konnte, so habe ich doch an keinem Sacrum die ventralen Seitenstücke des ersten Wirbels gänzlich vermisst; im Gegentheil fand ich immer noch recht deutliche Rudimente derselben erhalten. Das ausgeprägteste Beispiel dafür ist ein ausgewachsenes weibliches Becken, dessen zugehöriges Sacrum nur mit dem zweiten und dritten Wirbel die Darmbeine berührt, während der erste Wirbel eine vollständige Rückbildung nach der Form eines Lendenwirbels erfahren hat; denn sein nicht mit dem Sacrum verwachsener Körper ist, wie der eines Lendenwirbels, ventral länger als dorsal, er hat dicke, mit ihren Enden frei nach aussen und etwas nach oben sehende processus transversi, und auch seine Gelenkfortsätze sind mit dem zweiten Sacralwirbel nicht durch Synostose verbunden, sondern bieten wie jene anderer Lendenwirbel eine Articulation. Was ihn aber vor einem Lendenwirbel auszeichnet und ihn zu einer Mittelform zwischen beiden Wirbelarten stempelt, sind die seinen Querfortsätzen anhaftenden Rudimente der ventralen Seitenstücke, welche mittelst Gelenkflächen auf den Seitentheilen des zweiten Sacralwirbels articuliren. Das ventrale Seitenstück am rechten Quer-

fortsatze ist breiter und länger gestaltet, als am linken. Je mehr so der erste Sacralwirbel rückgebildet erscheint, um so mächtiger sind die Seitentheile des zweiten entwickelt, sodass dem Umfang der Auricularfläche durch diese Abnormität kein Abbruch geschieht (s. Fig. 22). Ob dieser Lumbosacralwirbel die Zahl der Lumbalwirbel vermehrte, muss ich dahin gestellt sein lassen, da mir bezüglich des Verhaltens der übrigen Wirbelsäule nichts bekannt wurde. Da nur vier Sacralwirbel bestanden, glaube ich jedoch zur Annahme, dass der fragliche Wirbel ein ursprünglich sacraler war, berechtigt zu sein.

So selten vielleicht die gleichzeitige Rückbildung der ventralen Seitenstücke auf beiden Seiten des ersten Sacralwirbels auftreten mag, so ist doch wenigstens eine einseitige Reduction kein ungewöhnliches Vorkommniss. Die in der hiesigen Sammlung repräsentirten Fälle betreffen gleichfalls weibliche Becken. Einen davon habe ich in Fig. 23 dargestellt. Die anderen stimmen damit im Wesentlichen überein. An dem Dargestellten ist wieder ersichtlich, dass es sich um einen Sacralwirbel handelt, denn auf ihn folgen nur vier unter einander verschmolzene Wirbel, deren letzter entschieden auch der letzte Sacralwirbel ist. Der erste Sacralwirbel ist linkerseits lumbal, rechterseits sacral geformt. Er steht auf der rechten Seite mit dem Ilium in Gelenkverbindung und unterscheidet sich von seinem regelrechten Verhalten nur durch das deutliche Hervortreten eines abgesonderten Querfortsatzes (p. tr.) Auf der linken Seite ist der Querfortsatz (p. tr.) dem eines Lumbalwirbels ähnlich gestaltet und nur ventral ziemlich stark verdickt, indem an dieser Stelle eine Spur des ventralen Seitenstückes (c s) sich bemerkbar macht, welches an seinem Ende durch einen leichten Einschnitt von dem Querfortsatze sich absetzt. Der erste Sacralwirbel bietet zugleich durch die ungleiche Entwickelung seiner beiden Seiten auf der lumbal gestalteten Seite in der Weise eine Verkürzung dar, so dass die ganze nach vorn hin sich ihm anschliessende Lendenwirbelsäule nach dieser Seite hingedrängt und verkrümmt wird, was durch eine entgengesetzt unsymmetrische Gestaltung der Lendenwirbelkörper meist wieder ausgeglichen wird.

Im Allgemeinen ist die Verminderung der Zahl der eigentlichen Sacralwirbel auf eine der angegebenen Arten immerhin nicht häufig. Zahlreicher dagegen sind die Fälle, in denen man eine Vermehrung der Sacralwirbel durch Hinzutreten eines oder mehrerer Wirbel aus dem präsacralen und postsacralen Abschnitte der Wirbelsäule beobachten konnte. Wenn das Sacrum von letzterem her einen Zuwachs erhält, so ist es zunächst der erste Steissbeinwirbel, der durch Verschmelzung seines Körpers und seiner Seitentheile mit dem fünften Sacralwirbel

seine Selbständigkeit aufgiebt. Findet eine Vermehrung der Sacralwirbel auf sieben statt, ohne dass der nächste präsacrale Wirbel dabei betheiligt ist, so ist auch der zweite Steissbeinwirbel in derselben Weise wie der erste, oder nur mit seinem Körper mit dem nunmehrigen letzten Wirbel des Kreuzbeins verschmolzen.

Der häufige Fall einer abnormen Sacral-Bildung unter Zutritt eines fremden Elementes ist der theilweise oder völlige Uebergang des letzten Lumbalwirbels in einen Sacralwirbel. Die Umbildung, welche dieser Wirbel in diesem Falle erleidet, geschieht durch die Verbindung mit einem ventralen Seitenstücke, die in der ventralen Verbreiterung des Seitenfortsatzes sich ausdrückt. Dies dürfte aus folgenden Umständen hervorgehen: 1. aus der Form und Lagerung der unteren Schenkel der Seitenfortsätze; 2. aus ihrer Beziehung zum Darmbeine, mit welchem sie in Berührung treten oder gegen welches sie gerichtet sind.

Bei nur einseitiger Ausbildung dieses Knochenkerns bleibt der Wirbel auf der andern Seite mehr oder weniger einem Lendenwirbel ähnlich; er ist aber wenigstens mit einem sehr verdickten Querfortsatze ausgestattet, welchem das ventrale Seitenstück als ein schmaler Streifen unten angefügt ist. Die sacral gestaltete Seite zeigt ein wohl entwickeltes, mit dem ersten Sacralwirbel verschmolzenes, ventrales Seitenstück, das zur Vergrösserung der facies auricularis beiträgt und über dem der dorsale Schenkel des Seitenfortsatzes als wohl entwickelter und mit seinem Ende frei nach aussen tretender processus transversus deutlich vorhanden ist. Ist das ventrale Seitenstück einseitig sehr mächtig entwickelt, so kann sich auch in diesem Falle, wie bei der entsprechenden Gestaltung des ersten Sacralwirbels (s. oben), der Wirbel auf dieser Seite heben, und wird auf der anderen niedriger sein, was eine Verkrümmung der nach vorn sich anschliessenden Lendenwirbelsäule zur Folge hat (s. Fig. 24 Taf. XXII). Hierher scheint auch die Mehrzahl der von Dürr beschriebenen Fälle zu gehören, sicher seine drei ersten, von denen der erste und zweite niedere Stadien der Entwicklung des ventralen Seitenstückes vorstellen, indess der dritte Fall eine mächtige linksseitige Ausbildung desselben repräsentirt.

Entwickeln sich die ventralen Seitenstücke am letzten Lumbalwirbel auf beiden Seiten gleich mächtig, so nimmt er, unter vollständigem Eingehen in das Sacrum, bilateral die Gestalt eines Sacralwirbels an, und nur die stärker hervorragenden Querfortsätze verrathen, zusammen mit der Abnahme der Lendenwirbel auf vier und der Zunahme der Sacralwirbel auf sechs, seine Natur als Lendenwirbel. Dass die Beurtheilung dieser Fälle nicht an einzelnen Kreuzbeinen, sondern mit

Berücksichtigung der gesammten Wirbelsäule zu geschehen hat, ist selbstverständlich.

Es ist nicht schwer zu verstehen, warum gerade von der Lendenwirbelsäule aus das Sacrum am häufigsten einen Zuwachs erhält. Wenn auch der letzte Lendenwirbel ganz normal gebildet ist, so ist er wenigstens durch das ligamentum ilio-lumbale mit dem Ilium sowohl als mit dem Kreuzbeine in innigster Verbindung; denn dieses breite und straffe Band erscheint in der Regel in zwei Schenkel gespalten, deren einer zur tuberositas ossis ilei, der andere zum Ende des Seitenfortsatzes des ersten Sacralwirbels geht. An Bänderpräparaten der Wirbelsäule kann man sehen, wie ähnlich schon dadurch der letzte Lendenwirbel einem Sacralwirbel wird, und dass es dadurch zwischen ihm und dem ersten Wirbel des Kreuzbeines zur Bildung zweier foramina sacralia kommt. Treten nun auch an ihm ventrale Seitenstücke auf, so ist ihnen durch das lig. ileo-lumbale der Weg bereits vorgezeichnet, den sie bei ihrer Ausdehnung und Vergrösserung einschlagen müssen; denn indem sie sich in dem unteren Schenkel dieses Bandes ausbreiten, verwachsen sie schliesslich mit dem Sacrum und nehmen durch Berührung mit den Darmbeinen an der Bildung der facies auricularis Theil. Der kürzere processus transversus aber verbindet sich nur durch das Band mit dem Darmbeine und gelangt nicht mit ihm in directe Berührung.

In der Anordnung des Bandes ist immerhin eine Andeutung auf die Beziehungen zu jenen Seitenstücken wahrzunehmen, wenn auch eine festere Begründung der Homologie jenes Bandes und des Knochens unthunlich erscheint, denn dazu bedürfte es des Nachweises, dass das Band aus dem Knorpel hervorginge, und dass die ventralen Seitenstücke am letzten Lumbalwirbel in ihrer Verbindung mit den Darmbeinen einen primitiven Zustand repräsentirten, in welchem also der letzte Lumbalwirbel ein Sacralwirbel war. Dafür fehlte jedoch jede thatsächliche Begründung, vielmehr kommen auch an den weiter nach vorn zu liegenden Lumbalwirbeln Andeutungen costaler Rudimente vor, welche zur Verbreiterung der Querfortsätze beitragen. Sehr häufig ist diese Verbreiterung der Querfortsätze am letzten Lumbalwirbel, gegenüber denen der vorhergehenden Wirbel, an den Skeleten Erwachsener wahrzunehmen. Die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass ventrale Seitenstücke, die aber nicht zur vollen Ausbildung kommen, dabei im Spiele sind, indem an manchen Kinderskeleten die überzähligen beiden Knochenkerne zuweilen schon äusserlich wahrnehmbar (vergl. Fig. 2 cs) oder doch auf Querschnitten nachweisbar sind. Diese Fälle geben zugleich die zuverlässigsten Beweise für die Richtigkeit der oben vertretenen Auffassung der Querfortsätze der Lendenwirbel.

Kaninchen und Feldhase.

In der Gattung Lepus finden wir das Sacrum in der Regel aus drei Wirbeln zusammengesetzt. Nur der erste besitzt die typischen Beziehungen eines echten Sacralwirbels, die beiden anderen unterscheiden sich nur durch ihre Grösse und Unbeweglichkeit, kaum ihrer Gestalt nach, von den vordersten Schwanzwirbeln. Da im Gegensatze dazu der erste Sacralwirbel mit den Lendenwirbeln Manches gemeinsam hat, so muss seiner Beschreibung die Kenntnissnahme derselben vorausgehen.

Die Körper der Lendenwirbel sind langgestreckt, mehr breit als dick; alle ihre Fortsätze sind mächtig entwickelt. Die Bauchfläche jedes Wirbelkörpers zeigt eine Mittelkante, zu deren beiden Seiten, besonders vorn, die Fläche ausgehöhlt und vertieft ist. Durch zwei scharfe Seitenkanten ist sie nach aussen gegen die Seitenflächen des Wirbels abgegrenzt. Die langen, nach vorn und aussen stehenden Querfortsätze sind plattgedrückt; ihre untere Fläche ist eine Fortsetzung der unteren Fläche des Wirbelkörpers, ihr hinterer scharfer Rand geht im Bogen aus den Seitenkanten des Körpers hervor. Von den sechs Lumbalwirbeln hat der fünfte die längsten Querfortsätze; nach vorn und hinten von ihm nimmt die Länge derselben stetig ab.

Der erste Sacralwirbel theilt mit den Lendenwirbeln den Besitz dieser characteristischen Querfortsätze; sie bilden einen Theil seiner Seitenfortsätze und bewahren sich in vielen Fällen eine gewisse Selbstständigkeit, indem wenigstens ihr Ende am Vorderrande der Seitenfortsätze frei hervorragt. Sie entsprechen nach Richtung, Gestalt (soweit sie erkennbar ist) und relativer Länge (indem sie um ebensoviel von den Querfortsätzen des letzten Lendenwirbels an Länge übertroffen werden, als diese von denen des fünften) und, was besonders wichtig erscheint, ihrer Entwickelung nach genau den Querfortsätzen der Lendenwirbel. Die letzteren entwickeln sich aber ganz so, wie die entsprechenden Fortsätze beim Menschen, indem sie langsam von ihrer an den oberen Bogen liegenden Wurzel her nach der Spitze fortschreitend verknöchern und niemals grössere eigene Knochenkerne besitzen. Wie beim Menschen, wird der Wirbelkörper auch bei diesen Nagern unter Betheiligung aller drei in jedem Wirbel auftretenden Knochenkerne in seinen fertigen Zustand übergeführt. Dies gilt ebensowohl für die Lendenwirbel, wie für alle ihnen folgenden Wirbel, soweit sie nicht wie die letzten Schwanzwirbel, verkümmert sind. Nur der erste Sacralwirbel macht von dieser gleichartigen Entwickelung eine bemerkenswerthe Ausnahme, da wieder in seinen Seitenfortsätzen die

selbständigen Knochenkerne auftreten, die wir am menschlichen Sacrum als ventrale Seitenstücke bezeichnet haben.

Auch wenn sie nicht in Jugendzuständen des Sacrums als unabhängige Verknöcherungspuncte nachweisbar wären, würde man schon aus der Gestalt der Seitenfortsätze, besonders aus der distalen Abgliederung der processus transversi von einem ventralen Stücke auf ihr Vorhandensein schliessen können.

In der That kann man solche als selbständige Knochenstücke im Sacrum der Hasen noch einige Zeit nach der Geburt beobachten; sie verschmelzen aber weit eher, als beim Menschen, mit den übrigen Bildungsstücken des Wirbels. An einem halberwachsenen Kaninchen, dessen Wirbelsäule vom Atlas bis zum Sacrum 20 Centimeter maass, fand ich auf einem Querschnitt bereits alle Nahtspuren verwischt. Um so deutlicher sind die ventralen Seitenstücke noch beim neugeborenen Kaninchen. Auch bei Lepus timidus habe ich sie bei einem 9 Centimeter langen Embryo gefunden. Sie bilden immer die Hauptmasse des Seitenfortsatzes und liegen nach unten und hinten dem Querfortsatze, nach innen dem Wirbelkörper an. In ihrer Entwickelung bis zum Verschmelzen mit den übrigen Stücken bieten sie nichts Besonderes dar, da sie sich dabei wie die entsprechenden Theile im menschlichen Sacrum verhalten. (Fig. 5 Taf. XXI).

Die Seitenfläche des ersten Sacralwirbels, welche hinten an der Verbindungsstelle mit dem zweiten Sacralwirbel am breitesten erscheint, verschmälert sich nach vorn zusehends und endigt in einen spitzen Winkel ausgezogen über dem Ende des zugehörigen Querfortsatzes, dessen nach aussen und oben sehende Rückenfläche ihren vorderen Abschnitt darstellt. Der hintere Abschnitt ist überknorpelt und erhebt sich um ein Beträchtliches, oft um 1 Mm., über das Niveau der übrigen Seitenfläche. Er bildet die Gelenkfläche für das Darmbein und verfällt durch einen Einschnitt in eine obere und untere Hälfte (s. Fig. 7 Taf. XXI), die schräg nach hinten convergiren und schliesslich zusammenfliessen. Die grössere untere Hälfte erstreckt sich am ventralen Rande der Seitenfläche bis nach deren vorderem Ende hin; an jungen Skeleten, mit noch sichtbaren Knorpelgrenzen zwischen den Bildungsstücken des Wirbels, erkennt man sofort, dass dieser grössere Abschnitt der Gelenkfläche die Aussenfläche des ventralen Seitenstückes darstellt. Die kleinere dorsale Hälfte der Gelenkfläche gehört dem Verknöcherungsbezirke des oberen Bogens an, der somit an der Gelenkverbindung mit dem Darmbeine betheiligt ist. Gewöhnlich bildet die Aussenfläche des ventralen Seitenstückes zwei Drittel und der Antheil des oberen Bogens ein Drittel der ganzen

Gelenkfläche (s. Fig. 7). An den breiten Hinterrand des Seitenfortsatzes des ersten Sacralwirbels schliesst sich der nur sehr kurze processus transversus des zweiten durch eine später verknöchernde Knorpelbrücke an. Das ventrale Seitenstück des ersteren bleibt durch sein Vorspringen nach unten zu mit diesem rudimentären Querfortsatze nicht oder kaum in Berührung. Die seitliche Verschmelzung des zweiten mit dem dritten Sacralwirbel erfolgt dadurch, dass der sehr kurze Querfortsatz des letzteren einem nach hinten gerichteten Fortsatze, der aus dem oberen Bogen des zweiten Wirbels entspringt, entgegenwächst, und die schon vorhandene Knorpelbrücke zwischen beiden Wirbeln auf diese Weise verknöchert.

Von der hier geschilderten Regel finden sich vorzüglich an der mit dem Darmbeine in Contact tretenden Seitenfläche grössere individuelle Verschiedenheiten, wie ich aus Vergleichung einer Anzahl von Kreuzbeinen finde. Bald ist sie mehr breit als lang, bald schmal und besonders nach vorn ausgedehnt, beides je nach der Länge des in ihr auftretenden Querfortsatzes, dessen Antheil an der Ilio-sacral-Verbindung als das variabelste Moment erscheint. Ich glaube nicht zu fehlen, wenn ich diesen Umstand aus der secundären Natur jener Verbindung zu deuten versuche.

Das Auftreten des ventralen Seitenstückes ist ebensowenig wie beim Menschen nur auf typische Sacralwirbel beschränkt, denn auch der letzte Lendenwirbel kann damit ausgestattet sein. Dies ist besonders deshalb wichtig, weil es unmittelbar darauf hinweist, was am ersten Sacralwirbel als Querfortsatz und was als ventrales Seitenstück zu betrachten sei. Einen solchen Fall habe ich in Fig. 27 Taf. XXI abgebildet. Man sieht am linken Querfortsatze des letzten Lendenwirbels ein ventrales Seitenstück aufgetreten, das, mit dem Seitenfortsatze des ersten Sacralwirbels verwachsen, ihn verhindert hat, sich wie auf der rechten Seite nach vorn auszudehnen. Der Querfortsatz ist infolge seiner mächtigen Entwickelung medial gedrängt und steht, statt lateral und vorwärts gerichtet zu sein, parallel mit der Axe des Wirbelkörpers. In der Seitenansicht sieht man dieses ventrale Seitenstück einen Theil der hier in einen vorderen und einen hinteren Abschnitt zerfallenen Gelenkfläche zum Ansatz an das Ilium bilden. Der Querfortsatz des ersten Sacralwirbels ist durch das Auftreten jenes ventralen Stückes am letzten Lendenwirbel in seinem Wachsthume gehemmt und wird als kurzer Höcker mit ausgesprochener Lage und Richtung eines processus transversus lateral vom vorderen Gelenkfortsatze sichtbar. (S. Fig. 27 Taf. XXI.)

Meerschweinchen.

Auch hier fand ich bei jungen Thieren die ventralen Seitenstücke im ersten, aber auch im zweiten Sacralwirbel, wenn auch weniger als im ersten, entwickelt. Der dritte und vierte hatten wieder ganz das Aussehen der Schwanzwirbel, wie die letzten Sacralwirbel beim Hasen. Die Spuren der ventralen Seitenstücke waren durch Verschmelzung mit den oberen Bogen bereits fast verwischt, gegen den Körper jedoch erschienen beide Bildungsstücke des Wirbels noch deutlich abgegrenzt. Die oberen Bogen scheinen auch bei diesem Thiere sich an der Bildung der Gelenkfläche zu betheiligen.

Hauskätze.

Das Kreuzbein der Katze stellt eine aus drei Wirbeln bestehende, viereckige Platte mit ausgezogenen Ecken dar. Die beiden hinteren Wirbel desselben sind sich an Grösse und Gestalt ziemlich gleich: sie sind breiter als lang, ihr Körper plattgedrückt, die Seitentheile unverdickt und schmal. Der letzte gleicht durch zwei nach hinten und aussen ragende Fortsätze, von den Querfortsätzen der Lendenwirbel entgegengesetzter Lage und Richtung, bereits sehr den vorderen Schwanzwirbeln, die alle zwei so gelagerte, fast hakenförmige Fortsätze besitzen. (Fig. 8, a,a Taf. XXI.)

Der erste Sacralwirbel unterscheidet sich von den anderen durch grössere Breite und Dicke und durch seine am ventralen Rande nach unten gebogenen und in der Seitenansicht sehr verbreiterten seitlichen Fortsätze.

Die Körper der Lendenwirbel sind nicht viel länger als breit, an dem letzten überwiegt sogar die Breite die Länge. An ihrem vorderen Ende entspringen seitlich die langen, säbelförmigen Querfortsätze, die, nach vorn und aussen gerichtet, am fünften und sechsten die grösste Länge erreichen. Am siebenten sind sie etwas kürzer und breiter. (Fig. 8 p tr. Taf. XXI.)

Der erste Sacralwirbel bietet bei seitlicher Ansicht weder mit den vor noch mit den hinter ihm folgenden Wirbeln grosse Aehnlichkeit. Seine weit nach unten vorspringenden Seitenfortsätze mit der fast quadratischen Aussenfläche kennzeichnen ihn vor jedem anderen Wirbel.

Als Gelenkfläche für das Darmbein dient die hintere Hälfte der Aussenfläche; sie ist überknorpelt, glatt, etwas über den übrigen Theil der ganzen Seitenfläche erhaben, und sendet einen schmalen, zungenförmigen Fortsatz am ventralen Rande der Seitenfläche nach vorn. Der

Umriss der Gelenkfläche ist etwa halbmondförmig, mit hinterer Convexität, und abgerundeter oberer Spitze.

Betrachtet man ebendiese Gelenkfläche am Sacrum eines ganz jungen Thieres (am deutlichsten ist es an Skeleten neugeborener Katzen zu sehen), so sieht man auf ihr eine horizontal gerichtete schwache Furche, durch die ein oberer schmaler Abschnitt der Fläche von einem unteren, viel breiteren unterscheidbar wird. Verfolgt man die Grenzlinie über die Gelenkfläche hinaus nach vorn bis an den Rand des Seitenfortsatzes, was nach Entfernung der die Seitenfläche bedeckenden Bandmasse leicht geschehen kann, so lässt sich ein dorsaler und ein ventraler Abschnitt der Seitenfläche unterscheiden. Was über der Furche liegt, gehört dem Verknöcherungsgebiete des oberen Bogen an; dieser entsendet einen kurzen nach vorn gerichteten processus transversus, der infolge der Anlagerung des Darmbeines an die Seitenfläche des ersten Sacralwirbels nur rudimentär auftritt. Er entspricht der Wurzel der stark verlängerten processus transversi an den Lendenwirbeln. Der über der Furche gelegene Abschnitt der Gelenkfläche wird demnach ebenfalls vom oberen Bogen gebildet.

Denkt man sich den unter der Furche gelegenen Theil der Seitenfläche hinweg, so gewinnt der Wirbel ganz das Aussehen eines Lendenwirbels. Die Verschiedenheit zwischen dem ersten Sacralwirbel und den Lendenwirbeln ist also auch hier durch das Auftreten eines selbständigen Bildungsstückes unterhalb der oberen Bogen in den Seitentheilen dieses Wirbels bedingt. Durch Lage, Gestalt und Entwickelung ist es als ventrales Seitenstück characterisirt. Von unten betrachtet zeigt der erste Sacralwirbel den ovalen Knochenkern des Wirbelkörpers noch durch breite Knorpelgrenzen von den schon sehr grossen Knochenkernen der ventralen Seitenstücke gesondert. (Fig. 8 cs.)

Der zweite und dritte Sacralwirbel entwickeln sich, wie die Lendenwirbel, anfänglich mit nur drei Knochenkernen. Erst kurz vor der Geburt treten in jedem noch zwei neue Knochenkerne auf, welche sich bis kurze Zeit nach der Geburt selbständig erhalten. (Fig. 8.)

Nachdem die Knochenkerne der oberen Bogen im Knorpel die Bauchfläche des Wirbels erreicht und sich in den Seitentheilen, besonders im hinteren Abschnitte derselben, beträchtlich vergrössert und seitlich dem Knochenkerne des Wirbelkörpers genähert haben (sie nehmen auch in diesen Wirbeln an der Bildung des knöchernen Wirbelkörpers Theil), gleicht bis dahin ein solcher Wirbel, von unten betrachtet, in der Gruppirung seiner drei Knochenkerne einem Lendenwirbel. Es dauert aber nicht lange, so tritt im vorderen noch knorpeligen Abschnitte der Seitentheile, etwas mehr nach aussen, im Rande derselben je ein

kleiner linsenförmiger Knochenkern auf, der auch bei Betrachtung der Rückenfläche rings von Knorpel umgeben erscheint (s. Fig. 8 cs). Wahrscheinlich verschmilzt er frühzeitig mit dem Knochenkerne des oberen Bogen. Sein Verbreitungsbezirk scheint besonders die Knorpelbrücke seitlich zwischen je zwei Sacralwirbeln zu sein. Ob er den Wirbelkörper erreicht, muss ich in Frage lassen, da dieser Beziehung seine Lage nach aussen vom Knochenkerne des oberen Bogens wenig günstig ist. Eine Erklärung dieser überzähligen kleinen Knochenkerne erhält man durch ihre Vergleichung mit den ventralen Seitenstücken des ersten Wirbels: es sind rudimentäre ventrale Seitenstücke, die den Wirbelkörper nicht berühren und sich daher ebenso verhalten, wie die entsprechenden Knochenstücke im zweiten und dritten Sacralwirbel des Menschen, die nicht oder kaum mit dem Knochenkerne des Körpers in Verbindung stehen. Eine Betheiligung an der Gelenkfläche, wie beim Menschen, findet von Seiten dieser Rudimente nicht statt, da die Ilio-sacral-Verbindung auf den ersten Sacralwirbel beschränkt erscheint.

Hund.

Auch beim Hunde besteht das Sacrum wie bei allen Carnivoren aus drei verwachsenen Wirbeln. Die Aehnlichkeit mit dem Sacrum der Katze ist so gross, dass alles darüber Gesagte, wenigstens in Hinsicht des ersten Wirbels, von kleinen unwichtigen Verschiedenheiten abgesehen, auch für den Hund seine Geltung hat. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass wenigstens auch am zweiten Sacralwirbel Rudimente ventraler Seitenstücke sich entwickeln, indem die vordere Hälfte seines Seitenfortsatzes, allmälig nach vorn zu verdickt, an der Bildung der Gelenkfläche für das Ilium mit einer kleinen Strecke seiner schmalen Seitenfläche betheiligt ist. Das Vorkommen ventraler Seitenstücke am letzten Lumbalwirbel, bildet dieselben Anomalien wie sie oben mehrfach erwähnt wurden. So finde ich am Sacrum eines vierteljährigen Hundes, dessen Skelet mir vorliegt, linkerseits ein ganz normales Verhalten, indess rechterseits der letzte (siebente) Lendenwirbel sacral ausgebildet ist, indem er ein mit dem Seitenfortsatze des ersten Sacralwirbels verwachsenes, mit dem Darmbeine articulirendes ventrales Seitenstück trägt, welches, nach unten und hinten von dem unverbundenen, mit freiem Ende nach aussen ragenden Querfortsatze gelegen, durch eine Kerbe deutlich von ihm geschieden ist. Durch die Verwachsung mit dem ersten Sacralwirbel ist zwischen beiden Wirbeln ein foramen sacrale gebildet. (Vergl. Fig. 26 Taf. XXII.)

Rind.

Beim Rinde wird das Sacrum aus fünf an mehreren Stellen verschmolzenen Wirbeln zusamengesetzt, von welchen die vier hinteren an Grösse und Gestalt einander fast gleich sind, und bei Embryonen an den wenig entwickelten, schmalen Seitentheilen der selbständigen Knochenkerne entbehren. Ihr Uebergang aus dem knorpeligen Zustande in den knöchernen erfolgt daher ganz wie an anderen Wirbeln und bietet nichts Bemerkenswerthes dar.

Der erste Sacralwirbel dagegen besitzt breite, weit nach aussen reichende Seitentheile, überragt deshalb alle folgenden Wirbel und ist damit seiner Gestalt nach von den anderen verschieden. Seine Seitenfläche hat den Umriss eines gleichschenkligen Dreieckes, ist sehr ausgedehnt und springt mit stumpfer Spitze nach unten weit über den Seitenrand der nachfolgenden Sacralwirbel vor.

Der ventrale Schenkel des schon im knorpeligen Stadium von dem dorsalen Abschnitte sich deutlich abhebenden Seitenfortsatzes (vergl. Fig. 9 Taf. XXI) ist besonders lang, von vorn nach hinten weniger als in verticaler Richtung verdickt, an seinem distalen Ende verbreitert, wie ein Fuss nach seiner Sohle zu. Vom Wirbelkörper geht er schräg nach hinten und aussen und trägt auf der Aussenseite die Gelenkfläche für das Darmbein, die ihn aber nicht einmal ganz, sondern nur sein äusserstes Ende überzieht.

Obgleich dieser ventrale Schenkel des Seitenfortsatzes in ausgesprochenster Weise die Form des ventralen Seitenstückes, wie bei den schon besprochenen Säugethieren, besitzt, war bei einem schon sehr grossen Rinderembryo, an dessen Sacrum ich Querschnitte untersuchen konnte, von selbständigen Knochenkernen noch keine Spur zu sehen. Gleichwohl war die 35 Centimeter lange Wirbelsäule (vom Atlas bis Anfang des Schwanzes gemessen) noch ziemlich weit in der Verknöcherung zurück, die Knorpelgrenzen zwischen den Knochenkernen der Wirbel noch breit und die langen Fortsätze zum grössten Theile noch knorpelig (s. Figg. 10a und 10b.). Am ersten Sacralwirbel zeigte jeder Seitenfortsatz einen grossen, ihn fast schon ausfüllenden Knochenkern und gegen den Wirbelkörper hin eine Knorpelgrenze von 2 Mm. Breite. Der Durchschnitt machte vollkommen den Eindruck, als sei der ganze Seitenfortsatz vom oberen Bogen aus allmälig verknöchert. Von einer bereits erfolgten Verschmelzung eines ventralen Knochenkernes mit dem regelmässigen dorsalen des oberen Bogens sah man keine Andeutung, obgleich, wenn überhaupt ein ventraler Knochenkern sich entwickelt gehab [illegible] dung des knöchernen Theiles der

Schnittfläche die Spuren desselben als Einschnitte des Randes hätten sichtbar sein müssen. Andere Embryonen boten mir eine Bestätigung dieses Verhaltens dar. In diesen Fällen ist es daher höchst wahrscheinlich, dass das ventrale Seitenstück, obgleich durch die Form des ersten Sacralwirbels, ursprünglich wenigstens durch Knorpel angedeutet, seine Selbständigkeit einbüsste, indem der ventrale Schenkel des Seitenfortsatzes vom oberen Bogen aus verknöcherte.

In einem anderen Embryo fand ich dagegen den unteren Abschnitt des Seitenfortsatzes (s. Fig. 11) mit einem grossen Knochenkern versehen, der schon theilweise an die Oberfläche trat und überall nach dem Körper des Wirbels und nach dem oberen Bogen zu von Knorpel umgeben war. Er nahm die stark verbreiterte Aussenhälfte des ventralen Schenkels bereits fast ganz ein, nach innen zu war er noch weit entfernt, das Körperstück zu berühren, und auch vom Knorchenkern des oberen Bogen durch eine dicke Knorpellage geschieden (s. Fig. 11 cs.).

Aus diesen beiden Befunden muss ich schliessen, dass der Knochenkern des ventralen Seitenstückes entweder mit dem des oberen Bogens sehr frühzeitig verschmilzt, oder gar nicht mehr selbständig auftritt, und das letztere scheint die Regel zu sein.

Schwein.

Das eine grössere Wirbelzahl (manchmal 8) umfassende Kreuzbein zeigt wieder einen Wirbel vor allen anderen entwickelt. Die breite Seitenfläche des ersten Sacralwirbels trägt an ihrem ventralen Rande eine schmale, eiförmige Gelenkfläche, die sich auf die Seitenfläche des zweiten Wirbels mehr oder weniger mit ausdehnt. Indessen trägt der erstere immer den grössten Theil davon. (In Fig. 13 gehört sie nur dem ersten Sacralwirbel an.) Der erste Sacralwirbel ist breiter als die anderen, nach allen Richtungen hin voluminöser und durch die nämliche characteristische Form, wie bei anderen Thieren, vor ihnen ausgezeichnet. Wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dass ventrale Seitenstücke auch hier dem ersten Sacralwirbel zukommen, so ist doch eine selbstständige Verknöcherung dieser Stücke nicht mehr nachweisbar.

Zur Beantwortung der Frage, ob beim Schweine zu irgend einer Zeit des embryonalen Lebens jene Knochenkerne im Knorpel auftreten, untersuchte ich eine grössere Anzahl von Embryonen und von jungen Thieren verschiedener Stadien, fand aber in allen, bis zur Verwachsung der Bildungsstücke und zur vollständigen Verknöcherung des Wirbels (vor Ablauf des ersten Lebensjahres scheint sie vollzogen zu sein) im ersten Sacralwirbel niemals mehr als drei Knochenkerne vor. Es wird also hier der beim Rinde noch schwankende Zustand in ein festes

Verhalten eingetreten sein, so dass die dort nur in einzelnen Fällen von den oberen Bogen aus besorgte Verknöcherung des ventralen Seitenstückes hier constant vom oberen Bogen her erfolgt. Die Selbständigkeit der Seitenstücke ist also ganz verloren gegangen, und nur die Gesammterscheinung des ersten Sacralwirbels deutet auf die ursprüngliche Existenz eines solchen Stückes. Denn jener erste Wirbel des Sacrums ist auch durch den Umriss seines Querschnittes vor allen vor und nach ihm folgenden Wirbeln ausgezeichnet, und, wie bei allen von mir beschriebenen Formen des Sacrums, bleibt auch hier die Knorpelgrenze zwischen dem Körperstücke und dem ventralen Abschnitte des Seitenfortsatzes, der aussen die Gelenkfläche trägt, am längsten von allen Knorpelgrenzen des Wirbels erhalten (s. Fig. 12 und 15 Taf. XXI); sie verschwindet zuletzt. Auf dem Querschnitte des ersten Sacralwirbels eines vierteljährigen Schweines sah ich sie noch sehr deutlich.

Igel.

Von den fünf Sacralwirbeln des Igels sind die drei vordersten mit den Darmbeinen in Berührung. Ihre gemeinsame Seitenfläche trägt eine vorn breite, nach hinten zu verschmälerte Gelenkfläche, die den unteren Abschnitt der Seitenfläche einnimmt (s. Fig. 19 Taf. XXI).

Wie an den Lendenwirbeln die Querfortsätze, so sind an den Sacralwirbeln die Seitenfortsätze sehr kurz. Dagegen sind die Wirbelkörper alle von bedeutender Breite, und die Seitenfortsätze treten an Volumen bedeutend hinter ihnen zurück (Fig. 18 Taf, XXI).

Die Wirbel des Sacrums nehmen nach hinten zu an Breite ab, die hinteren erscheinen daher länger und schmäler als die vorderen, welche ziemlich gleich breit und lang sind. Ein Ueberwiegen des vordersten über die übrigen Wirbel in Breite und Masse findet nicht statt. Die ersten drei Wirbel stimmen in Gestalt und Grösse auffallend überein. Die sehr kurzen, gedrungenen, in Seitenansicht quadratischen Seitenfortsätze, fassen enge foramina sacralia zwischen sich. Sie sind nicht von Anfang an knorpelig verschmolzen, sondern ihre benachbarten Ränder sind nur durch später verknöchernde Bindegewebsbrücken untereinander in Zusammenhang (s. Fig. 18, 6).

Die Seitenflächen des Sacrums fallen fast senkrecht nach unten ab, ihr ventraler Rand tritt nur wenig über den dorsalen nach aussen vor. Der Form des Sacrums entspricht bekanntlich das ganze, sehr schmale und langgestreckte Becken.

Der Querschnitt durch einen Lendenwirbel zeigte sich von dem Querschnitt[illegible] [illegible]alwirbels wieder sehr verschieden. An jungen Thi[illegible] [illegible]perstücke des Lendenwirbels seitlich

auf eine Strecke weit die oberen Bogen anliegen (Fig. 20. Taf. XXI), welche an der Bildung des Körpers nur einen ganz geringen Antheil haben. Von der Ansatzstelle gehen die kurzen Querfortsätze rechtwinklig nach aussen ab. Der Wirbelkörper ist nach unten stark gewölbt; seine Seitenfläche ist daher breit und hoch.

Der Querschnitt durch Körper und Seitenfortsätze eines Sacralwirbels ist rechteckig, denn der Körper entbehrt der ventralen Wölbung, welche den Lendenwirbeln in hohem Maasse zukommt. (Vergl. Figg. 20 und 21.) Die ventrale Fläche geht geradlinig auf die Seitenfortsätze über. In der grossmaschigen, schwammigen Knochensubstanz sieht man nur zwei Knorpelgrenzen: rechts und links zwischen den oberen Bogen und den unteren Bildungsstücken des Wirbels, die hier mit dem Körper in ein Ganzes verschmolzen scheinen. (In Fig. 21 entspricht p tr der Spitze eines Querfortsatzes.) Der bei den Lendenwirbeln zwischen Seitenfläche des Körpers und ventraler Fläche des Querfortsatzes gelegene einspringende Winkel ist daher durch Knochenmasse ausgefüllt zu denken, welche den Wirbelkörper lateral verbreitert.

Der Vorgang, durch den diese Veränderung des Querschnittbildes möglich wurde, kann auf zweierlei Weise gedacht werden. Entweder hat sich das Körperstück so verbreitert, dass es bis an die Enden der Querfortsätze ausgedehnt wurde, oder es sind auch hier ventrale Seitenstücke entwickelt, die den Eckraum zwischen Körper und Querfortsatz ausfüllen, aber wegen zu geringer Grösse vom Körperstücke aus verknöchern, so wie sie in anderen Fällen (s. oben) von den oberen Bogen aus verknöchern konnten. Das Körperstück ist an den Wirbeln des Igels so mächtig entwickelt, dass es keine Schwierigkeit hat, sich vorzustellen, wie bei geringer Entwickelung der ventralen Seitenstücke ihre Verknöcherung vom Körperstücke aus besorgt werden konnte, indem sie ihre Selbständigkeit aufgaben.

Da die Stelle, an der man das Ende des ventralen Seitenstückes auf der Seitenfläche des Wirbels suchen könnte, wirklich die überknorpelte Gelenkfläche mit trägt; da ferner kein Beispiel einer so abnormen Verbreiterung des Körperstückes, wie sie hier hätte stattfinden müssen, bekannt ist; endlich, da die Querfortsätze genau dieselbe Stellung zum Wirbelkörper haben, wie an einem Lendenwirbel, während sie im Falle einer Verbreiterung des Körperstückes und einer Anlagerung desselben an die Darmbeine doch nach oben gedrängt sein müssten, ist es mehr als wahrscheinlich, dass die ventralen Seitenstücke in den vorderen drei Sacralwirbeln auch beim Igel ursprünglich vorhanden und völlig in den Körperstücken aufgegangen sind. Diese Deutung gewinnt eine Stütze an dem Factum, dass überall wo die

ventralen Theile der Seitenfortsätze selbständig ossificiren, der Knochenkern vom Wirbelkörper ziemlich entfernt auftritt. Eine bedeutende Verkürzung jenes Theiles, wie sie beim Igel besteht, wird demnach gar keinen Kern mehr auftreten lassen.

Vergleichung.

Wir fanden die ventralen Seitenstücke in gleicher oder ganz ähnlicher Weise, wie beim Menschen, als selbständige Bildungsstücke in der Sacralregion auftreten 1) bei zwei Vertretern der Raubthiere (Katze und Hund);

2) bei drei Vertretern der Nagethiere (Kaninchen, Feldhase, Meerschweinchen).

Dieses übereinstimmende Verhalten entspricht der nahen Verwandtschaft, welche zunächst zwischen den Affen und den Nagethieren als Ordnungen der Discoplacentalia stattfindet.

Die Abtheilung der Discoplacentalia steht nach rückwärts zu keiner anderen, grösseren Gruppe der Säugethiere in näherer Beziehung als zu den Zonoplacentalia, von denen die Raubthiere ein Zweig sind. Sehen wir nun bei zwei wichtigen Vertretern dieser Ordnung, als Repräsentanten der katzen- und hundeartigen Raubthiere, an dem sacralen Abschnitte der Wirbelsäule der Hauptsache nach ein gleiches Verhalten, wie bei jenen ausgesprochen, so ist dies ein neuer Beweis für die anzunehmende nähere Verwandtschaft der Deciduata. Es würde daher naheliegen, bei allen Deciduaten das Fortbestehen selbständiger ventraler Seitenstücke, als eines ursprünglich vererbten Merkmales, vorauszusetzen, wenn dem nicht der Umstand widerspräche, dass bei einem Geschlechte der Insectivora, Erinaceus, (vielleicht bei allen Insektenfressern) die Selbständigkeit dieser Bildungsstücke verloren gegangen scheint.

Dieses Aufhören einer selbständigen Ossification in den ventralen Seitenstücken muss beim Igel um so naheliegender erscheinen, als hier die lateralen Fortsätze eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Wie in der Lendenregion, bildet in der Sacralregion des Igels der Körper die überwiegende Hauptmasse jedes Wirbels; die Querfortsätze sind wegen der starken ventralen Wölbung des Wirbelkörpers weit dorsalwärts gerückt und erscheinen als unbedeutende seitliche Anhänge. Bei dieser geringen Längenausdehnung der seitlichen Abschnitte eines Sacralwirbels muss ein hier auftretendes ventrales Seitenstück ebenfalls sehr verkürzt erscheinen, es grenzt in einer grösseren Ausdehnung an den Wirbelkör[illegible] erfortsatz, den Appendix eines oberen Bogens. We[illegible] die Annahme, dass die ventralen Seitenstücke

hier insofern eine Rückbildung erlitten haben, als sie aufhörten, selbstständig zu ossificiren und dass ihr Verknöcherungsgebiet zu dem des frühzeitig mächtig entwickelten Körperstückes des Wirbels geschlagen wurde?

So ergiebt sich also aus den Verhältnissen des Sacrums, und damit im Zusammenhange aus der Gestaltung des Beckens ein Erklärungsgrund für das Verschwinden jener unteren Seitenstücke, und ihres Aufgehens in den Wirbelkörper, welch' letzterer damit die Ilio-sacralverbindung zu vermitteln scheint. Durch diese Beziehung löst sich zugleich die scheinbare Uebereinstimmung, welche Erinaceus im Mangel jener ventralen Seitenstücke mit den Artiodactylen besitzt, denn hier hält sich der Knochenkern des Wirbelkörpers stets fern von den Seitentheilen des Sacrums welche vielmehr vom Kerne des oberen Bogens ossificiren.

Von monodelphen Säugethieren ohne Decidua wurden nur Wiederkäuer und Schweine auf die Entwickelung der ventralen Seitenstücke untersucht. Auch bei ihnen finden wir diese Knochenstücke in der Regel nicht mehr selbständig entwickelt. Wahrscheinlich infolge einer raschen Ausdehnung des Knochenkernes im oberen Bogen jeder Seite unterbleibt bei ihnen das Auftreten eigener Knochenkerne im ventralen Abschnitte der Seitenfortsätze. Umgekehrt wie bei den Insektenfressern sind bei den Artiodactylen die Querfortsätze der Wirbel sehr entwickelt, die ventralen Seitenstücke daher auf eine weit grössere Strecke hin den Bogenstücken, als dem Körperstücke, das sie nur an einer schmalen Stelle berühren, angefügt. Dieser Umstand und das rasche Anwachsen der seitlichen oberen Knochenkerne, ehe noch die Verknöcherungspuncte in den ventralen Seitenstücken entstehen, scheinen die hauptsächlichen Ursachen für das Verlorengehen ihres selbständigen Verhaltens zu sein. An mehreren Rinderembryonen, bei einem Schafembryo und bei allen untersuchten Schweineembryonen ohne Ausnahme fand ich in diesem Puncte die grösste Uebereinstimmung. Wie richtig aber die hier gegebene Auffassung eines Verlorengehens der selbständigen Verknöcherung zu Gunsten der Bogenstücke ist, das ergiebt sich aus dem von mir in einem Falle beobachteten Vorkommen einer Wiederholung jenes früheren Zustandes, worin die ventralen Seitenstücke selbständig verknöcherten. Dieser als Rückschlag aufzufassende Fall beweist, dass an dem ursprünglichen Vorhandensein jener Bildungsstücke in den Sacralwirbeln auch der Wiederkäuer und Schweine, trotz ihres scheinbaren Fehlens, nicht zu zweifeln ist.

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, dass die den ventralen Seitenstücken entsprechenden knorpeligen Abschnitte der Seiten-

fortsätze sich bei ihrer Verknöcherung auf dreifache Weise verhalten können. Entweder besitzen sie eigene Knochenkerne, welche erst spät mit den übrigen Bildungsstücken des Wirbels verschmelzen; oder sie ossificiren nicht selbständig, sondern von einem benachbarten Knochenkerne und zwar entweder vom Körperstücke oder vom Bogenstücke aus. Wo überhaupt ventrale Seitenstücke vorhanden sind (der Augenschein lehrt, dass sie im Sacrum aller Säugethiere vorkommen), ist nur einer dieser drei Fälle möglich. Wir vermögen sie alle von dem ersten Fall, der selbstständigen Verknöcherung, als dem ursprünglichen Zustand abzuleiten.

In Bezug auf das übrige Verhalten dieser Theile ergeben sich folgende Resultate.

1) Beziehung zur facies auricularis. Wo ventrale Seitenstücke auftreten, nehmen sie Antheil an der Bildung der Gelenkfläche für das Darmbein. Bei einigen Thieren kommen sie mit dem Darmbeine ausschliesslich in Berührung, so dass sie die einzigen Träger desselben darstellen. Sie sind in diesem Falle länger als die Querfortsätze, überragen sie nach aussen hin bedeutend und erlauben ihnen daher nicht, an der Berührung Theil zu nehmen. Beim Menschen und bei den Wiederkäuern, sowie bei den Schweinen, die alle durch flach abfallende Seitenflächen des Sacrums ausgezeichnet sind, ist dies die Regel. Fallen aber die Seitenflächen steil ab, d. h. sind die ventralen Schenkel der Seitenfortsätze nicht viel länger als die dorsalen, so können auch die oberen Bogen an der Bildung der Gelenkfläche betheiligt sein und dies umsomehr, je kürzer die ventralen Seitenstücke, je schmaler daher das Kreuzbein ist. So sehen wir auf eine kleine Strecke hin bei den Fleischfressern, in grösserer Ausdehnung bei den Nagern und in grösster Ausdehnung bei den Insektenfressern die oberen Bogen an der Bildung der Gelenkfläche betheiligt. Bei letzteren nimmt die ganze Seitenfläche des Sacrums an der Berührung mit dem Ilium Theil, ist überall mit dünnem Knorpel überzogen und nur rings am Rande mit demselben durch Bandmasse verbunden.

Es ist die Frage, welche Art der Verbindung man für die ursprüngliche halten könnte. An den meisten Säugethierskeleten findet man nach Entfernung aller Bänder vorzüglich den unteren Abschnitt der Seitenfortsätze mit dem Darmbeine in Berührung, während zwischen diesem und dem dorsalen Abschnitte der Seitenfläche sich meist eine breite, nach unten hin verschmälerte Kluft vorfindet, die im lebenden Thiere mit Bandmasse ausgefüllt ist. Die Kluft ist oben um so weiter, je breiter die ventrale Fläche der Sacralwirbel ist. Indem nur die überknorpelte Gelenkflä[illegible] -ngliche Verbindungsstelle gelten

hier insofern eine Rückbildung erlitten haben, als sie aufhörten, selbstständig zu ossificiren und dass ihr Verknöcherungsgebiet zu dem des frühzeitig mächtig entwickelten Körperstückes des Wirbels geschlagen wurde?

So ergiebt sich also aus den Verhältnissen des Sacrums, und damit im Zusammenhange aus der Gestaltung des Beckens ein Erklärungsgrund für das Verschwinden jener unteren Seitenstücke, und ihres Aufgehens in den Wirbelkörper, welch' letzterer damit die Ilio-sacralverbindung zu vermitteln scheint. Durch diese Beziehung löst sich zugleich die scheinbare Uebereinstimmung, welche Erinaceus im Mangel jener ventralen Seitenstücke mit den Artiodactylen besitzt, denn hier hält sich der Knochenkern des Wirbelkörpers stets fern von den Seitentheilen des Sacrums welche vielmehr vom Kerne des oberen Bogens ossificiren.

Von monodelphen Säugethieren ohne Decidua wurden nur Wiederkäuer und Schweine auf die Entwickelung der ventralen Seitenstücke untersucht. Auch bei ihnen finden wir diese Knochenstücke in der Regel nicht mehr selbständig entwickelt. Wahrscheinlich infolge einer raschen Ausdehnung des Knochenkernes im oberen Bogen jeder Seite unterbleibt bei ihnen das Auftreten eigener Knochenkerne im ventralen Abschnitte der Seitenfortsätze. Umgekehrt wie bei den Insektenfressern sind bei den Artiodactylen die Querfortsätze der Wirbel sehr entwickelt, die ventralen Seitenstücke daher auf eine weit grössere Strecke hin den Bogenstücken, als dem Körperstücke, das sie nur an einer schmalen Stelle berühren, angefügt. Dieser Umstand und das rasche Anwachsen der seitlichen oberen Knochenkerne, ehe noch die Verknöcherungspuncte in den ventralen Seitenstücken entstehen, scheinen die hauptsächlichen Ursachen für das Verlorengehen ihres selbständigen Verhaltens zu sein. An mehreren Rinderembryonen, bei einem Schafembryo und bei allen untersuchten Schweineembryonen ohne Ausnahme fand ich in diesem Puncte die grösste Uebereinstimmung. Wie richtig aber die hier gegebene Auffassung eines Verlorengehens der selbständigen Verknöcherung zu Gunsten der Bogenstücke ist, das ergiebt sich aus dem von mir in einem Falle beobachteten Vorkommen einer Wiederholung jenes früheren Zustandes, worin die ventralen Seitenstücke selbständig verknöcherten. Dieser als Rückschlag aufzufassende Fall beweist, dass an dem ursprünglichen Vorhandensein jener Bildungsstücke in den Sacralwirbeln auch der Wiederkäuer und Schweine, trotz ihres scheinbaren Fehlens, nicht zu zweifeln ist.

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, dass die den ventralen Seitenstücken entsprechenden knorpeligen Abschnitte der Seiten-

fortsätze sich bei ihrer Verknöcherung auf dreifache Weise verhalten können. Entweder besitzen sie eigene Knochenkerne, welche erst spät mit den übrigen Bildungsstücken des Wirbels verschmelzen; oder sie ossificiren nicht selbständig, sondern von einem benachbarten Knochenkerne und zwar entweder vom Körperstücke oder vom Bogenstücke aus. Wo überhaupt ventrale Seitenstücke vorhanden sind (der Augenschein lehrt, dass sie im Sacrum aller Säugethiere vorkommen), ist nur einer dieser drei Fälle möglich. Wir vermögen sie alle von dem ersten Fall, der selbstständigen Verknöcherung, als dem ursprünglichen Zustand abzuleiten.

In Bezug auf das übrige Verhalten dieser Theile ergeben sich folgende Resultate.

1) Beziehung zur facies auricularis. Wo ventrale Seitenstücke auftreten, nehmen sie Antheil an der Bildung der Gelenkfläche für das Darmbein. Bei einigen Thieren kommen sie mit dem Darmbeine ausschliesslich in Berührung, so dass sie die einzigen Träger desselben darstellen. Sie sind in diesem Falle länger als die Querfortsätze, überragen sie nach aussen hin bedeutend und erlauben ihnen daher nicht, an der Berührung Theil zu nehmen. Beim Menschen und bei den Wiederkäuern, sowie bei den Schweinen, die alle durch flach abfallende Seitenflächen des Sacrums ausgezeichnet sind, ist dies die Regel. Fallen aber die Seitenflächen steil ab, d. h. sind die ventralen Schenkel der Seitenfortsätze nicht viel länger als die dorsalen, so können auch die oberen Bogen an der Bildung der Gelenkfläche betheiligt sein und dies umsomehr, je kürzer die ventralen Seitenstücke, je schmaler daher das Kreuzbein ist. So sehen wir auf eine kleine Strecke hin bei den Fleischfressern, in grösserer Ausdehnung bei den Nagern und in grösster Ausdehnung bei den Insektenfressern die oberen Bogen an der Bildung der Gelenkfläche betheiligt. Bei letzteren nimmt die ganze Seitenfläche des Sacrums an der Berührung mit dem Ilium Theil, ist überall mit dünnem Knorpel überzogen und nur rings am Rande mit demselben durch Bandmasse verbunden.

Es ist die Frage, welche Art der Verbindung man für die ursprüngliche halten könnte. An den meisten Säugethierskeleten findet man nach Entfernung aller Bänder vorzüglich den unteren Abschnitt der Seitenfortsätze mit dem Darmbeine in Berührung, während zwischen diesem und dem dorsalen Abschnitte der Seitenfläche sich meist eine breite, nach unten hin verschmälerte Kluft vorfindet, die im lebenden Thiere mit Bandmasse ausgefüllt ist. Die Kluft ist oben um so weiter, je breiter die ventrale Fläche der Sacralwirbel ist. Indem nur die überknorpelte Gelenkfläche als die ursprüngliche Verbindungsstelle gelten

kann, finden sich bei der Mehrzahl der Säugethiere die ventralen Seitenstücke als die einzigen Träger der Darmbeine. Sie sind es beim Menschen und wahrscheinlich bei allen Affen, bei den Wiederkäuern und Schweinen; beim Pferde, Tapir, Elephant; fast ausschliesslich sind sie es bei den Raubthieren und Nagethieren. Bei manchen der letzteren, sowie bei Insektenfressern (Igel), geht mit einer Verkürzung der ventralen Seitenstücke eine Verbindung der Gelenkfläche des Iliums mit dem einen Querfortsatz vorstellenden dorsalen Theile des Seitenfortsatzes der Sacralwirbel vor sich.

2) Zahl der Wirbel, in denen ventrale Seitenstücke als Bildungselemente vorhanden sind. Das Auftreten derselben ist, selbst bei grosser Zahl der dem Sacrum einverleibten Wirbel, immer nur auf einen oder einige wenige diesem benachbarte beschränkt. Nur auf einen und zwar den ersten Saralwirbel sahen wir sie angewiesen bei den Hasen, den Wiederkäuern und den Schweinen; auf mehr als einen Wirbel bei allen anderen untersuchten Embryonen oder jungen Thieren. So fanden wir sie in allen drei Sacralwirbeln vor bei der Hauskatze, allein im zweiten und dritten waren ihre Spuren so geringfügig, dass sie, nur in Rudimenten nachweisbar, auf die Form dieser Wirbel keinen verändernden Einfluss ausübten, weshalb nur der erste Sacralwirbel die typische Form eines echten Sacralwirbels hatte. Bei einem neugeborenen Löwen und bei einem vierteljährigen Hunde sah ich nur im ersten Sacralwirbel die ventralen Seitenstücke sich ausbilden; sollte dies auch bei anderen Fleischfressern, was sehr wahrscheinlich, die Regel sein, so würde man auch dieser Ordnung im Allgemeinen nur Einen typischen Sacralwirbel zuschreiben dürfen. Beim Menschen sind meist drei, selten zwei oder gar vier Sacralwirbel mit den überzähligen Knochenkernen ausgestattet; sie sind in dem zweiten und dritten Wirbel verhältnissmässig weit mehr, als bei der Katze, zur Ausbildung gelangt. Auch beim Igel sahen wir in drei Sacralwirbeln, den drei ersten in der Reihe, wenigstens die Andeutung des Vorhandenseins ventraler Seitenstücke ausgesprochen. Ein einseitiges oder beiderseitiges Auftreten derselben am letzten Lendenwirbel, theils mit, theils ohne Beziehung zum Darmbeine, konnten wir beim Menschen, beim Hunde und bei den Hasen beobachten. Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass immer der erste Sacralwirbel und dieser in einigen Ordnungen ausschliesslich, häufig auch der zweite und dritte mit überzähligen Knochenkernen, die als ventrale Seitenstücke aufzufassen sind, sich entwicke[illegible] [illegible]r in seltenen Fällen noch ein weiterer Sacralwirbel, n[illegible] [illegible]n der letzte Lendenwirbel mit diesen Knochenkern[illegible]

3) Zahl der Sacralwirbel, welche ventrale Seitenstücke besitzen und mit den Darmbeinen verbunden sind. Beim Menschen und beim Igel waren es deren drei, von denen beim Menschen wenigstens der erste den grössten Antheil an der Gelenkfläche hatte. Beim Meerschweinchen waren zwei Wirbel dem Darmbeine angeheftet und beide allem Anscheine nach mit ventralen Seitenstücken versehen. Nur ein Sacralwirbel, der erste nämlich, zeigte sich in dieser Verbindung begriffen bei den Hasen, bei Katze und Hund (bei diesem der zweite Wirbel nur mit der vorderen Ecke der Seitenfläche), beim Rinde, Schafe und Schweine (auch hier bisweilen mit der Gelenkfläche auf den zweiten Wirbel übergreifend).

4) Deutung der ventralen Seitenstücke. Es wurde bereits bei Besprechung des menschlichen Sacrums eine kurze geschichtliche Uebersicht über die verschiedenen Versuche einer Deutung der ventralen Seitenstücke gegeben. Der Erste, der nach dieser Darstellung dieselben als Rippenrudimente oder besser Homologa der Rippen auffasste, war J. Fr. Meckel. Der wissenschaftliche Beweis für diese Hypothese wurde, wie schon erwähnt, von Professor Gegenbaur geführt, welcher, auf Grund vergleichend-anatomischer Untersuchungen am Sacrum von Vögeln und Reptilien, auch für den Menschen Sacralrippen in Anspruch nahm. Der Schluss, dass ein so wichtiges anatomisches Merkmal nicht blos auf den Menschen und seine Ordnungsverwandten beschränkt sein könne, sondern höchst wahrscheinlich allen Säugethieren zukommen müsse, war schon deshalb eine Nothwendigkeit, weil, so gut wie der Mensch, auch alle übrigen Säugethiere nach rückwärts mit den Stammformen aller höheren Wirbelthiere, von denen her sich diese Einrichtung vererbt haben muss, in genealogischem Zusammenhange sind. Was demnach der Mensch mit niederen Wirbelthieren an anatomischen Characteren theilt, das muss in demselben Masse oder nur wenig verändert auch allen anderen Mammalien zukommen. Diesen Satz auf die Sacralrippen angewandt, so müssen bei allen Säugethieren ursprünglich Sacralrippen vorhanden sein, wenn beim Menschen solche nachgewiesen wurden. Die Begründung dieser Auffassung der bisher so genannten ventralen Seitenstücke ist folgende (vergl. Gegenbaur, op. cit. S. 208).

Offenbar sind in Hinsicht der ventralen Seitenstücke zwei Fälle möglich: entweder sind sie eine Wiederholung an vorhergehenden Wirbeln schon dagewesener Theile oder nicht.

Sind sie es nicht, so sind sie etwas den Wirbeln, an denen sie auftreten, Eigenthümliches. Dann kann ihre Entstehung nur mit der Function, welche diese Wirbel etwa zu erfüllen haben oder früher

einmal erfüllten, in Zusammenhang stehen; denn ohne jede äussere Veranlassung würde eine solche Neubildung von Knochenstücken, noch dazu von so characteristischer Form, nicht denkbar sein. Nun ist aber die Function der Sacralwirbel, den Darmbeinen und damit der hinteren Extremität an der Wirbelsäule einen festen Halt zu geben. Diesem Zwecke zu entsprechen, wäre es schon möglich, dass sich an dem oder an den Wirbeln, welche die Gelenkflächen für die Darmbeine tragen, die Querfortsätze ganz besonders entwickelt hätten und dass infolge ihrer grossen Volumenzunahme selbständige Knochenkerne in ihrem unteren Abschnitte auftraten, für die an präsacralen Wirbeln nichts Vergleichbares zu finden wäre. Wenn aber auch an solchen Sacralwirbeln, die mit dem Darmbeine in keinerlei Berührung sind, ventrale Seitenstücke auftreten können, wenn selbst in manchen Fällen am nächsten präsacralen Wirbel solche überzählige Knochenkerne ohne irgend welche Beziehung zum Ilium sich im Knorpel der Seitenfortsätze ausbilden, so ist es mehr als gewiss, dass nicht die Berührung mit diesem Knochen, also nicht die functionelle Beziehung, die Ursache ihrer Entstehung ist.

Es bleibt daher nur der andere denkbare Fall: die ventralen Seitenstücke sind eine Wiederholung an vorhergehenden Wirbeln schon dagewesener Einrichtungen. Da sie aber mit Querfortsätzen nicht vergleichbar sind, weil die Wirbel der Sacralregion einmal schon deutlich solche besitzen und zweitens die Querfortsätze immer nur im Zusammenhange mit den oberen Bogen, aber nicht selbständig verknöchern; da es ferner unmöglich ist, sie für selbständig gewordene Anhänge des Körperstückes zu erklären, indem das Körperstück sich an den Sacralwirbeln genau so verhält, wie an den Lendenwirbeln: so bleibt noch ein Drittes denkbar und wird bei Betrachtung aller thatsächlichen Umstände sofort zur Gewissheit, dass die ventralen Seitenstücke Homologa der Rippen sind.

Dass die Rippen sich sehr bedeutend rückbilden können, so dass es schwer hält, sie da, wo sie als Rudimente noch auftreten, wieder zu erkennen, das sehen wir an den sogenannten Halsrippen des Menschen, die man sehr lange für Theile der Querfortsätze gehalten hat, bis ihre selbständige Verknöcherung, ihre in einzelnen Fällen am letzten Halswirbel auftretende bedeutende, mit Beweglichkeit verbundene Ausbildung und endlich die Vergleichung mit ausgebildeten Rippen in der Halsregion anderer Wirbelthiere ihren wahren Werth erkennen liessen.

Von allen Begründungen besitzt die auf die vergleichend-anatomische Betrachtung sich stützende unstreitig die grösste Bedeutung auch für die Auffassung der ventralen Seitenstücke. Wenn Amphibien, Reptilien

und Vögel im Besitze von Sacralrippen übereinstimmen, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Säugethiere keine Ausnahme machen werden, schon an und für sich gross. Dies bestätigt sich durch den Befund der ventralen Seitenstücke im Sacrum aller Säugethiere; man kann daher keinen Anstand nehmen, sie als Sacralrippen zu betrachten. GEGENBAUR hat an den Sacralrippen des Alligators sogar einen dem Capitulum und einen dem Tuberculum entsprechenden Theil nachgewiesen, und von den Salamandrinen ist es sicher, dass sie an ihrem Sacralwirbel beiderseits eine bewegliche Rippe besitzen, die wie jene der vorhergehenden Wirbel mit zwei Höckern an dem Querfortsatze sitzt, und mit dem wenig voluminöseren Ilium durch ein Gelenk verbunden ist.

Die Art und Weise, wie bei den Säugethieren die Sacralrippen den übrigen Bildungsstücken der Wirbel angefügt sind, ist ganz ähnlich dem ursprünglichen Verhalten der Rippen an den Brustwirbeln. Die Brustrippen liegen anfangs mit ihrem vertebralen Ende dem Wirbel, zu dem sie gehören, vom Körper bis zur Spitze des Querfortsatzes ohne Zwischenraum an; erst mit der Ausbildung eines tuberculum und eines collum costae sieht man nach und nach jene Oeffnung entstehen, die durch das ligamentum colli costae internum geschlossen wird, und der an den Halswirbeln das foramen intertransversarium entspricht. Bei den Sacralrippen erhält sich der ursprüngliche Zustand; es wird kein solches foramen gebildet, die Rippe ist in der ganzen Ausdehnung ihres vertebralen Endes mit dem Körper und Querfortsatze in Contact, niemals frei beweglich und ohne ein eigentliches Capitulum und Tuberculum.

Ihren Character als Rippen haben sie sich am meisten in den Ordnungen bewahrt, wo sie die einzigen Träger der Darmbeine sind, z. B. beim Menschen und bei allen Ungulaten, überhaupt bei allen Säugethieren mit stark nach unten divergirenden Darmbeinen. So zeigen sie z. B. bei Rinderembryonen nicht nur ganz die Gestalt kurzer, am Wirbel festgewachsener Rippen, sondern auch dieselbe Richtung nach hinten und unten, wie sie an den letzten Brustrippen bemerkt wird. Auch beim Menschen und bei vielen anderen Säugethieren zeigen sie, besonders am ersten Wirbel, die Tendenz im Bogen nach unten zu gehen. Von den Querfortsätzen sind sie, wenn nur einigermassen entwickelt, meist deutlich abgesetzt und sofort als untere Schenkel der Seitenfortsätze erkennbar (z. B. bei den Nagern, beim Menschen, beim Rinde). Nur wo sie ganz kurz und, wie es den Anschein nimmt, rückgebildet sind, wie beim Igel, treten sie aus der Masse des Seitenfortsatzes nicht mehr als deutlich gesonderte Gebilde hervor.

5) Einfluss der Sacralrippen auf die Gestalt der Wirbel. Ueberall, wo Sacralrippen zur Ausbildung kommen, erscheint

die Gestalt der Wirbel durch sie wesentlich verändert; denn dadurch, dass sie den Eckraum zwischen dem Wirbelkörper und dem Querfortsatze jeder Seite ausfüllen, bewirken sie, dass der Wirbelkörper nicht voluminöser erscheint als die Seitenfortsätze, weshalb auch in der menschlichen Anatomie für die Seitentheile des Sacrums die Benennung »massae laterales« gebräuchlich ist. Die Seitenfortsätze erscheinen flügelförmig, wenn das distale Ende der Sacralrippen, wie es meist der Fall, stark verbreitert ist. Die Sacralwirbel besitzen dann jene characteristische Form, welche das sichere Anzeichen für das Auftreten von Sacralrippen in ihren Seitentheilen ist und die man als die typische Form eines ursprünglichen Sacralwirbels bezeichnen kann.

Die Verwachsung von Sacralwirbeln untereinander wird durch die Sacralrippen vermittelt, wenn sie an aufeinanderfolgenden Wirbeln auftreten und durch Bandmasse oder Knorpel an ihren Endigungen verbunden sind. Sind sie nur am ersten Sacralwirbel entwickelt, so haben sie in der Regel auf die Verwachsung keinen Einfluss, indem sie über die Seitentheile des folgenden Wirbels zu weit nach unten vorspringen, um sie noch berühren zu können.

Folgerungen.

Die Thatsache, dass in der Sacralregion der Säugethiere Rippenrudimente nachweisbar sind, führt zu einigen wichtigen Schlüssen in Bezug auf die richtige Erkenntniss eines ganzen Abschnittes der Wirbelsäule, der von präsacralen Wirbeln gebildet ist.

Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass die immer noch viel verbreitete Ansicht, die Querfortsätze der Lendenwirbel seien festgewachsene Rippen oder sie repräsentirten einen indifferenten Zustand zwischen Rippe und Querfortsatz, durch keine Thatsache weder der Entwickelungsgeschichte noch der vergleichenden Anatomie unterstützt wird. Ich will nur kurz die Gründe aufführen, die dagegen sprechen: a. Die Entwickelungsgeschichte lehrt und Untersuchungen, die ich an Embryonen verschiedener Säugethiere machte, bestätigen es, dass die processus transversi der Lendenwirbel stets nur von den oberen Bogen aus verknöchern. Kommt noch ein Ossificationskern hinzu, so findet sich dieser stets nur terminal, und entspricht den accessorischen Ossificationen, welche, meist sehr spät, auch an Querfortsätzen auftreten. Wenn daher einige Anatomen behaupten, dass »durch vergleichend-anatomische Untersuchungen und durch die Ergebnisse der Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule« es sich beweisen lässt, »dass die processus transversi der Lendenwirbel eigentlich den

Rippen, nicht aber den Fortsätzen der übrigen Wirbel, analog sind" (z. B. Hyrtl, Lehrb. der Anat. des Menschen, S. 298), so ist dies keineswegs richtig.

b) Nicht selten stützt sich diese Auffassung auf das Vorkommen überzähliger Rippen; im Falle ein Lendenwirbel auf einer oder auf beiden Seiten in einen Brustwirbel übergeht, sollen die Querfortsätze immer in bewegliche Rippen umgewandelt werden. Es lässt sich beweisen, dass dem eine ungenaue Beobachtung zu Grunde liegt. Denn an solchen Thoracolumbalwirbeln ist immer, ausser der an ihm befestigten Rippe, wie viel oder wenig sie auch ausgebildet sein mag, ein Querfortsatz, wenn auch etwas kürzer als an den wahren Lumbalwirbeln vorhanden. Ausser an mehreren Präparaten von Wirbelsäulen Erwachsener finde ich dieses Verhalten an einem Kinderskelete. Der betreffende Wirbel war auf der einen Seite vollkommen lumbal gebildet, auf der andern aber trug er eine bewegliche Rippe. Trotzdem fehlte auch auf der Seite, wo er einem Brustwirbel glich, durchaus nicht der Querfortsatz, sondern war nur kürzer, als auf der lumbal gestalteten Seite. Er diente dem ligamentum costo-transversarium posterius zum Ansatze. — Aber auch an ganz normalen Skeleten sieht man sehr oft schon am elften, mit Sicherheit aber am zwölften Brustwirbel die Insertions-Stelle dieses Bandes, als einen kurzen, pyramidalen Fortsatz, der durchaus einem processus transversus eines Lendenwirbels vergleichbar ist, hervortreten. Das Letztere hat schon Retzius (Ueber die richtige Deutung der Seitenfortsätze etc.) gerade beim Menschen genau nachgewiesen und selbst durch Abbildungen erläutert. Wenn aber an Rippen tragenden Wirbeln, ausser diesen Rippen auch noch den processus transversi der Lendenwirbel homologe Fortsätze auftreten, so können die proc. transv. der Lendenwirbel keine Rippen sein, denn es giebt kein Wirbelthier, das an demselben Segmente seiner Wirbelsäule zweierlei Arten von Rippen besässe.

c) Bei vielen Säugethieren kann man die Querfortsätze der Lendenwirbel nach vorn zu allmälig in Fortsätze der Brustwirbel übergehen sehen, welche einen Theil der sogenannten Querfortsätze der Brustwirbel ausmachen. Wenn man von vorn nach hinten fortschreitet, so sieht man den einfachen sogenannten Querfortsatz der vorderen Brustwirbel nach hinten zu allmälig in drei discrete und je weiter nach hinten, desto mehr auseinanderweichende Fortsätze sich auflösen. Diese sind: a) der processus obliquus anterior (mit dem mehr oder weniger entwickelten mammillaris) s. articularis; b) der Fortsatz, der an den Lendenwirbeln als processus transversus (fälschlich costarius) bezeichnet wird und c) der (nicht immer) zwischen beiden auftretende processus

accessorius. Das beste Beispiel dafür ist die Wirbelsäule des Schweines, wo »bereits am letzten Rippen tragenden Brustwirbel Querfortsätze vorhanden« sind, »die mit denen des ersten Lendenwirbels übereinstimmen und eine Vergleichung der Rippen mit jenen Lumbalquerfortsätzen nicht möglich machen«. (GEGENBAUR, Grundzüge der vergl. Anat. 2 Aufl. S. 622; s. ebenda über die Querfortsätze der Reptilien.) Bei den Cetaceen tragen die Querfortsätze der hinteren Brustwirbel, welche den processus transversi der Lendenwirbel ganz homolog sind, an ihrem Ende die Rippen, deren capitulum, wie es scheint, an diesen Wirbeln durch Rückbildung verloren ging (an den vorderen Wirbeln besitzen sie capitulum und tuberculum); auch hier sehen wir die Fortsätze, die man immer noch für Rippen ausgeben will (als besten Beweis, wie irrig diese Annahme ist), zugleich mit Rippen an den Wirbeln auftreten, als alleinige Träger derselben fungiren und dabei unmittelbar nach hinten in freie processus transversi übergehen.

d) Die Querfortsätze der Lendenwirbel dienen dem Longissimus dorsi als Ansatzstellen, und zwar fasst man diese Insertionszacken als laterale auf und stellt sie mit den an der Thoraxregion an die Rippen tretenden zusammen. Wenn nun die Querfortsätze der Lendenwirbel nicht den Rippen homodynam sind, so kann auch zwischen jenen sogenannten lateralen Insertionen des Longissimus dorsi keine Homodynamie bestehen. Jene lateralen Lumbalinsertionen des Longissimus werden vielmehr mit den medialen zusammen den medialen Brustinsertionen gleichwerthig sein. Laterale Insertionen, die denen des Brustabschnittes entsprächen, fehlen somit der Lendenportion des Longissimus dorsi, und wenn sich demgemäss die medialen von grösserer Breite ergeben, so ist darin einfach eine Anpassung an die bedeutende Vergrösserung der Insertionsstelle durch die Ausbildung des Querfortsatzes zu sehen.

In Uebereinstimmung mit jener Deutung ist auch die der Lumbalregion zukommende subvertebrale Muskulatur, welche einen bis jetzt noch wenig gewürdigten Theil des Muskelsystems vorstellt.

Die von mir untersuchten Säugethiere besitzen ohne Ausnahme eine, nur beim Menschen sehr reducirte, eigenthümliche ventrale Muskulatur der Lendenwirbelsäule, die bei einzelnen sehr mächtig entwickelt ist. Die Bündel derselben entspringen mit meist kräftiger Sehne an der Spitze der proc. transversi der Lendenwirbel und heften sich, in schiefer Richtung nach vorn und innen verlaufend, an der Seitenfläche eines oder mehrerer zunächst vorangehender Wirbelkörper mit fächerförmiger Ausbreitung der Fasern an. Bei allen diese Muskeln besitzenden Säugethieren zeigen die Wirbelkörper in der Mitte der Unterseite eine starke

längslaufende Leiste, zu deren beiden Seiten die Insertion stattfindet. Die Leiste ist um so höher, je kräftiger die fragliche Muskulatur entwickelt ist. Dieses System unter sich paralleler Muskeln beginnt am letzten Lendenwirbel und erstreckt sich, vom Querfortsatze eines jeden Lendenwirbels einen neuen Zuwachs erhaltend, nach vorn bis auf die Körper der hinteren Brustwirbel. Von den Rippen her sah ich niemals solche Muskeln entspringen oder sich an ihnen inseriren. Mit den mm. intertransversarii, die nach aussen von ihnen immer vorhanden sind, lassen diese subvertebralen Muskeln der Lendenwirbelsäule keinen Vergleich zu, denn sie unterscheiden sich von ihnen sowohl durch ihre Richtung, wie durch ihre Länge. Da ich diese Muskulatur bei Repräsentanten sehr divergenter Abtheilungen auffinde, nämlich bei Lagostomus trichodactylus, Sus scrofa, Canis familiaris, Bos taurus dürfte ihr Vorkommen als ein ziemlich verbreitetes zu betrachten sein[1]. Für die richtige Deutung der processus transversi der Lendenwirbel erscheinen die Muskeln wichtig, weil sie nur an den Querfortsätzen, nirgends an den Rippen ihren Ursprung nehmen, und nur soweit von hinten nach vorn sich erstrecken, als die Querfortsätze Ursprungsstellen darbieten können.

c) Auch die mehr unansehnlichen Eigenthümlichkeiten der Lumbalquerfortsätze sind nicht so ganz ohne Bedeutung. So z. B. ihre fast allgemeine Zunahme an Länge, von vorne nach hinten zu, wobei sie an den letzten Lumbalwirbeln oft eine beträchtliche Länge erreichen. Die hinteren Brustrippen nehmen nach hinten zu regelmässig an Länge ab. Die Querfortsätze verhalten sich in Bezug darauf also gerade umgekehrt. (Eclatante Beispiele dafür liefern die Wiederkäuer, die Pferde, die Schweine, alle Fleischfresser, die Nager, selbst der Mensch.) — Sie haben in vielen Fällen gerade die entgegengesetzte Richtung wie die Rippen. So stehen sie nach vorn und aussen bei Macropus major, bei vielen Affen, bei den Nagern, den Raubthieren etc. Die letzten Rippen sind dagegen immer nach hinten und unten gerichtet. — In ihrer Gestalt sind sie den grössten Variationen unterworfen (z. B. sind sie säbelförmig oder hakenförmig bei Beutelthieren, Affen, Raubthieren, Nagern; bis an ihr Ende gleichbreit, sehr dünn, lang und gerade bei allen Ungulaten und Cetaceen; kurze und breite Stummel bei Insectenfressern; flügelförmig bei Bradypus; griffelförmig, mässig lang und dick beim Menschen etc.). Die Rippen sind auch in ihrer Gestalt viel weniger

1) Meckel giebt diese Muskeln nur bei der Hyäne an, und bringt sie, wohl nicht mit Unrecht, in Beziehung zum Psoas minor. (System der vergl. Anatomie, Bd. III. S. 591.)

verschiedenartig; sie bleiben sich bei allen Arten mehr oder weniger gleich.

Vielleicht dürfte das Angeführte genügen, um jeden Zweifel an der Natur der processus transversi, als blosser Fortsätze der oberen Bogen, schwinden zu lassen. Die grossen Verschiedenheiten dieser Querfortsätze der Lendenwirbel in Lage, Grösse, Richtung, Gestalt etc. sind höchst wahrscheinlich aus einer Anpassung an die bei verschiedenen Säugethieren je nach ihrer Lebensweise verschieden entwickelte Muskulatur des Rückens zu erklären.

Sind wir aber zu der Einsicht gekommen, dass jene Querfortsätze keine Rippen sind: so folgt daraus, dass die Lendenwirbel nichts den Rippen Vergleichbares besitzen; denn, wenn auch öfters am letzten Lendenwirbel Rudimente derselben, gleichwie an echten Sacralwirbeln, auftreten, und ebenso am ersten Lumbalwirbel ein Rippenrudiment vorkommen kann, so zeigen um so weniger die übrigen dazwischen liegenden Lendenwirbel auch nur eine Spur davon. Bei den Säugethieren finden wir daher Rippen nur an der Halsregion, in der Brustregion und in der Sacralregion (bisweilen auch in der Caudalregion); ausschliesslich fehlen sie in der Lendenregion.

Diese Thatsache ist um so auffallender, je allgemeiner wir beim Hinabsteigen in der grossen Reihe der Wirbelthiere die Rippen in allen Regionen der Wirbelsäule verbreitet finden und je weiter wir von den höchsten Classen uns entfernen, um so seltener eine Unterbrechung in der Aufeinanderfolge der Rippen an der Wirbelsäule beobachten. Die niedersten Rippen tragenden Wirbelthiere besitzen sie an allen Wirbeln vom Schädel bis zum Schwanzende hin; so ist es fast durchweg in der grossen Classe der Fische. Auch unter den Amphibien finden wir Rippen an der Mehrzahl der Wirbel auftretend; allein von diesem gewiss ursprünglichen Verhalten machen bereits die Anuren eine bemerkenswerthe Ausnahme. Sie besitzen keine Rippen, sondern nur lange Querfortsätze an ihren Wirbeln, sie besitzen aber auch ein Sternum, welches der beste Beweis ist, dass auch die Anuren früher einmal Rippen besessen haben müssen. So allgemein die Rippen in der Classe der Reptilien auftreten, so finden sich doch Beispiele ihres gänzlichen Fehlens an Rumpfwirbeln, die sonst damit versehen sind (Lendenregion der Crocodile). Auch in diesen Fällen müssen wir entschieden das frühere Vorhandensein derselben annehmen, wie denn auch verwandte Formen, wie noch heute die Eidechsen, an allen Rumpfwirbeln damit ausgestattet sind. Kann daher am Sacrum der Säugethiere der Nachweis geführt werden, dass an einigen Wirbeln desselben (oder

wenigstens am ersten) sich Rippen, wenn auch nur als Rudimente, erhalten haben, so liegt der Schluss nahe, dass sie an den Lendenwirbeln, wo selbst ihre Rudimente fehlen, aus ähnlichen Ursachen verloren gegangen sind, wie in derselben Region der Wirbelsäule z. B. der Reptilien, und ebenso der Vögel, wo gerade die vor dem primitiven Sacrum befindliche, somit einer Lumbalregion entsprechende Strecke der Wirbelsäule stets jeder Andeutung von Rippen entbehrt.

Die Ursachen eines völligen Verlorengehens der Rippen in dieser Gegend sind uns bis jetzt noch unbekannt; sie können so verschiedenartige sein, es können so viele Einflüsse bei dieser Rückbildung gewirkt haben, dass es bedenklich sein würde, mit Anführung eines einzigen Argumentes die ganze, höchst auffallende Erscheinung erklären zu wollen. Jedenfalls bedürfte es vielseitiger Untersuchungen, um sie alle ans Licht zu ziehen. Da durch das Ausfallen der Rippen in der Lendenregion die Beweglichkeit der Wirbelsäule erhöht und besonders die Seitwärtsdrehung, Beugung und Streckung, wie durch die Rückbildung der Rippen in der Halsregion, bedeutend erleichtert werden musste, so könnte man versucht sein, aus dem darin beruhenden Vortheile auf eine Anpassung an die erhöhte Beweglichkeit des Rumpfes der Säugethiere zu schliessen.

Die sehr häufig und in den verschiedensten Abtheilungen der Säugethiere bestehende Erscheinung des Auftretens von Rippen am ersten Lendenwirbel, der dadurch zum letzten Brustwirbel wird, oder der Rückbildung der letzten Brustrippen, wodurch der letzte Brustwirbel den ersten Lendenwirbel vorstellt; diese Erscheinung ist ein unzweifelhafter Beleg für eine ursprünglich auch auf die Lumbalregion ausgedehnte Verbreitung der Rippen. Im ersteren Falle haben wir eine Wiederholung eines früher einmal dagewesenen Zustandes; im letzteren Falle ein Beispiel jener Rückbildung vor uns, welche den Unterschied zwischen Brustwirbeln und Lendenwirbeln bedingt. Was hier als abnorme Bildung an einem Individuum erscheint, ist oft ein unterscheidendes Merkmal zwischen zwei ganz nahe verwandten Arten oder zwischen Geschlechtern, für die man wegen ihrer sonstigen anatomischen Charactere eine nicht fern liegende gemeinsame Abstammung annehmen muss. So stellt sich die Zahl der Thoracolumbalwirbel bei der Gattung Bos auf 19, wobei in den einzelnen Arten die Thoracalwirbel, wie die Lendenwirbel an Zahl variiren, so dass letztere in dem Masse sich vermehren, als die Zahl der Brustwirbel eine Abnahme zeigt. In vielen anderen Gattungen, ja selbst innerhalb der Familien, ist das Gleiche wahrzunehmen: ein bei der ei[illegible] -twirbel erscheinender Wirbel, spielt in der nächs[illegible] r in einem

naheverwandten Genus die Rolle eines Lendenwirbels, indem er seine Rippen verlor und unter dem Einflusse der umgebenden Muskulatur grössere processus transversi entwickelte, die in ihrer Entwickelung gehindert waren, so lange Rippen den dazu nöthigen Raum beschränkten.

Die Kenntniss der anatomischen Verhältnisse des Sacrums ist, wie schon aus diesen Andeutungen hervorgehen wird, für die Beantwortung einer Anzahl in Bezug auf die Lendenregion der Wirbelsäule schwebenden Fragen eine nothwendige Voraussetzung. Es hielt nicht schwer, nachdem wir das Vorhandensein der Sacralrippen festgestellt hatten, das frühere Bestehen und spätere Ausfallen der Rippen an den Wirbeln einer dadurch gebildeten Lendenregion denkbar erscheinen zu lassen. Noch ein Punct, der vielleicht nicht minder wichtige Resultate liefern kann, blieb in Hinsicht des Sacrums von mir unerörtert: die Zahlenverhältnisse der Sacralwirbel.

Man pflegt unter der Benennung »Sacralwirbel« alle diejenigen Wirbel eines hinteren Abschnittes der Wirbelsäule zusammenzufassen, welche durch ihre schon frühzeitig eintretende Verwachsung (Synostose) zu den frei beweglichen Wirbeln der vorderen Abschnitte der Wirbelsäule in einen starken Gegensatz treten. Durch die stets vorhandene Gelenkverbindung eines oder mehrerer derselben mit den Darmbeinen, wird die Sacralregion noch ganz besonders characterisirt. Die mit den Darmbeinen in Gelenkverbindung stehenden vorderen Sacralwirbel mussten wir auch deshalb als typische Sacralwirbel von den hinteren Wirbeln des Sacrums unterscheiden, weil sie fast ausschliesslich Sacralrippen besitzen, wodurch ihre Gestalt wesentlich verändert erscheint.

Wenn wir, von diesem Merkmale absehend, die Sacralwirbel in die zwei Kategorien der mit den Darmbeinen verbundenen vorderen und der unverbundenen hinteren eintheilen wollen, so steht zunächst soviel fest, dass die ersteren an Zahl meist hinter den letzteren zurückstehen. Das Kreuzbein verbindet sich, wie es scheint, nie durch mehr als 3 Wirbel mit den Darmbeinen; doch ist dies schon ein seltener Fall (abgesehen vom Menschen sind 3 verbundene Wirbel die Regel bei den Insectenfressern und beim Faulthiere), in der überwiegenden Mehrzahl findet sich in Wirklichkeit nur ein Sacralwirbel, der vorderste, mit Gelenkflächen für die Darmbeine versehen. Die Angabe, dass die Säugethiere durchschnittlich zwei echte, d. h. eben verbundene Sacralwirbel besitzen, erweist sich meist als unrichtig, indem sich vielfach zeigen lässt, dass der zweite Sacralwirbel nur scheinbar an dem Ilio-

Sacral-Gelenk theilnimmt. Nur, wenn er einen Theil der Auricularfläche trägt, kann man ihn mit Recht diesem Gelenk zurechnen; ist er dagegen nur von den Darmbeinen überlagert und überall durch Bandmasse mit ihnen verbunden (wie z. B. bei manchen Fleischfressern), so darf man ihn nicht als »echten« Sacralwirbel (um diesen Ausdruck zu gebrauchen) betrachten. Nur einen echten Sacralwirbel besitzen: ein Theil der Beutelthiere (Döring, de pelvi ejusque per animantium regnum metamorphosi dissertatio. S. 4 ff. führt sogar zwei Beutelthiere, Didelphys murina und D. volans, an, die überhaupt nur einen Sacralwirbel haben), fast alle Hufthiere, die Mehrzahl der Fleischfresser und Nagethiere und eine ganze Anzahl Affen und Halbaffen. Die Mehrzahl der jetzt lebenden Säugethiere scheint demnach nur einen echten Sacralwirbel zu besitzen. Bei vielen Säugethieren, denen man zwei echte zuschreibt, nimmt der zweite Sacralwirbel nur mit dem vorderen Abschnitte seiner Seitenfläche an der Berührung mit dem Ilium Theil.

Die Zahl der nicht mit den Darmbeinen in Berührung stehenden, hinteren Sacralwirbel ist selbst innerhalb derselben Art bedeutenden Schwankungen unterworfen, woraus sich die grosse Verschiedenheit der Angaben über die Zahl der Sacralwirbel überhaupt erklärt. (Man vergl. hierzu Meckel, System der vergl. Anatomie. II, 1. S. 243, der vielfach andere Zahlen fand, als sie Cuvier in der 1. Aufl. seiner Leçons etc. angegeben hatte.) Noch grösser sind die Schwankungen zwischen nahverwandten Arten und Geschlechtern, indem z. B. einige Wiederkäuer hinter dem echten Sacralwirbel noch 2, andere noch 5 Wirbel an ihrem Sacrum aufweisen. In jeder Ordnung findet man immer einige Arten mit ausnehmend wenig hinteren Sacralwirbeln. Da nun der discrete Zustand des Wirbels unbestreitbar als der primitive zu gelten hat, der durch Concrescenz der Wirbel characterisirte dagegen als der secundäre, so werden in jeder Ordnung der Säugethiere diejenigen Arten das ursprünglichere Zahlenverhältniss der Sacralwirbel repräsentiren, bei denen das Sacrum aus einer Minderzahl sich zusammensetzt.

Die hintersten Sacralwirbel bilden bei allen Säugethieren sehr deutliche Uebergangsformen in die vordersten Schwanzwirbel, und ebenso ist wieder bei allen Säugethieren der erste Sacralwirbel constant mit dem Darmbeine verbunden, und selbst wenn noch eine Anzahl folgender Wirbel dieselben Beziehungen besitzt, trifft den ersten entweder ein überwiegender Antheil an der Bildung der Auricularfläche, oder er ist auch durch grössere Breite ausgezeichnet. Auf diesen Wirbel

folgt bei den meisten Beutelthieren nur noch ein Sacralwirbel. Bei den Monotremen kommt noch ein zweiter dazu.

Bei einer Anzahl placentaler Säugethiere, besonders bei Halbaffen, Affen, Chiroptern, Fleischfressern, Nagethieren, hat sich die Zahl der hinteren Sacralwirbel nicht oder nur wenig vermehrt, z. B. besitzen die Halbaffen und die Klammeraffen zum Theil nur einen hinteren Sacralwirbel, wie die Marsupialien, bei den Carnivoren und Rodentien ist in der Regel noch einer hinzugekommen, so dass die durchschnittliche Zahl ihrer Sacralwirbel 3 ist. In den von den Stammformen der Säugethiere weiter entfernten Abtheilungen, wie bei den Edentaten und Ruminantien, ist diese Zahl oft sehr erhöht. Erstere haben zwischen 3 und 9, letztere zwischen 3 und 6 Sacralwirbel. (Bei den Zahnlosen treten die hinteren Sacralwirbel auch mit den Sitzbeinen in Berührung.) Auch unter den Schweinen kommen Beispiele einer starken Vermehrung der hinteren Sacralwirbel vor (Dicotyles torquatus hat z. B. hinter dem ersten, typischen noch 8).

Alle diese Thatsachen gewinnen Zusammenhang durch die Annahme einer Vergrösserung des Sacrums nach hinten zu, indem sich allmälig ein Schwanzwirbel nach dem andern mit den schon vorhandenen Sacralwirbeln verband. Je länger ein Caudalwirbel sich dem Verbande des Kreuzbeines angeschlossen hatte, um so mehr änderte sich seine ursprüngliche Gestalt, so dass er mit der Zeit einem beweglichen Schwanzwirbel unähnlich wurde. Je weniger Caudalwirbel ein Sacrum enthält, desto mehr gleichen sie den ihnen sich anschliessenden vordersten Schwanzwirbeln.

Wenn es demnach keinem Zweifel unterworfen ist, dass alle nicht mit den Darmbeinen verbundenen Sacralwirbel ursprünglich Caudalwirbel waren, so bleibt noch die Verschiedenheit zu erklären, welche in Hinsicht der sogenannten echten oder mit den Darmbeinen verbundenen Sacralwirbeln obwaltet. Die meisten Säugethiere besitzen, wie wir sehen, nur einen, eine geringe Anzahl hat zwei und die wenigsten drei. Man hat allen Grund anzunehmen, dass auch bei den Ordnungen, innerhalb deren mehr als ein echter Sacralwirbel vorkommt, ursprünglich nur einer die Gelenkflächen für die Darmbeine trug. Eine Anzahl Umstände sprechen für die Richtigkeit dieser Annahme: 1) die grosse Verbreitung eines einzigen typischen Sacralwirbels in allen Ordnungen der Säugethiere, ohne dass bei den meisten derselben Spuren bestehen, welche zu der Annahme berechtigen, dass in einer früheren Zeit mehr als ein echter Sacralwirbel bei ihnen bestanden hätte.

2) Die Thatsache, dass der erste Sacralwirbel immer den grössten,

oft fast ausschliesslichen Antheil an der Gelenkfläche hat und daher stets auf eine grössere Strecke hin mit dem Darmbeine in Berührung ist, als der zweite und dritte Sacralwirbel zusammengenommen, falls sie in das Gelenk mit eingehen.

3) Der Umstand, dass die Beutelthiere, welche der Stammform der placentalen Säugethiere am nächsten stehen, immer nur einen echten Sacralwirbel besitzen.

Die Beziehung zum Darmbein erklärt zugleich die Erhaltung der Rippenrudimente in den Seitenfortsätzen der Sacralwirbel, denn als eigentlicher Träger des Darmbeins wird jenes Knochenstück eine practische Bedeutung, die nur in dem Masse sich minderte, als mit dem endlichen Aufgehen jener Stücke in die Seitenfortsätze von den Wirbelfortsätzen selbst jene Function übernommen ward.

Wenn eine Vergleichung aller Verhältnisse des Sacrums uns dahin führte, für die Stammeltern der Säugethiere **einen** ursprünglichen Sacralwirbel anzunehmen, der an den Enden der von ihm abgehenden kurzen Rippen die Darmbeine trägt, so ergiebt sich das primitive Sacrum der Säugethiere in Uebereinstimmung mit dem Sacrum der jetzt noch lebenden Amphibien, bei denen allen nur ein Sacralwirbel existirt, welcher die Grenzscheide zwischen den Rumpf- und Schwanzwirbeln darstellt. Bei den Salamandrinen trägt dieser eine Sacralwirbel sogar bewegliche Rippen, die auch allen vorhergehenden Wirbeln zukommen (s. oben), an den Schwanzwirbeln aber fehlen. Dass bei den Säugethieren ursprünglich auch die Schwanzwirbel Rippen trugen, bezeugen die stellenweise noch nachweisbaren Rudimente derselben. Diese Rippenrudimente erhielten sich besonders lange an den auf den eigentlichen Sacralwirbel folgenden ersten Caudalwirbeln. Eine grössere oder geringere Anzahl Caudalwirbel schlossen sich durch Verwachsung dem Sacralwirbel an, die vordersten traten nachträglich mittelst ihrer Rippenrudimente mit den Darmbeinen in Berührung oder verloren diese Rudimente, wenn sie nicht mit zur Bildung der Gelenkfläche herangezogen wurden.

Erklärung der beigefügten Abbildungen.

Tafel XXI und XXII.

Fig. 1. Erster Sacralwirbel eines vierteljährigen Kindes im Querdurchschnitte: *wk* Knochenkern des Wirbelkörpers oder »Körperstück«; *ob* Knochenkerne der beiden oberen Bogen oder »obere Bogenstücke«, welche sich bei *sp* durch eine Knorpelleiste zur Bildung des späteren, niedrigen Dornfortsatzes vereinigen; *cs* costae sacrales, Sacralrippen oder »ventrale Seitenstücke«. Bei *a* ist die breitere Knorpelgrenze zwischen Körperstück und ventralem Seitenstück, bei *b* die schmale Knorpelgrenze zwischen letzterem und dem oberen Bogenstücke; *fa* Stelle der facies auricularis; *tr* ist die dem Querfortsatze eines Lendenwirbels entsprechende Stelle.

Fig. 2. Ventralansicht des Kreuzbeines und der letzten Lendenwirbel eines dreijährigen Kindes: *vl* IV und *vl* V vertebra lumbalis IV und V. — *vs* I—V vertebra sacralis I—V. — *wk* Wirbelkörper; *ob* obere Bogenstücke; *p tr* Stelle der vorhandenen oder angedeuteten processus transversi; *cs* costa sacralis. Am 1. und 2. Sacralwirbel sind die Knochenkerne der Sacralrippen noch ganz von Knorpel umschlossen, soweit nicht bereits ihre knöcherne Oberfläche zu Tage tritt. Am dritten Sacralwirbel ist ihre Grenze gegen das Körperstück schon fast verwischt. Am 5. Lendenwirbel sind kleine Knochenkerne, welche als unentwickelte Sacralrippen zu betrachten sind, sichtbar.

Fig. 3. Diese und die folgenden Figuren (bis 7) veranschaulichen die Aneinanderlagerung der Bildungsstücke der Wirbel beim neugeborenen Kaninchen. Fig. 3 zeigt den letzten Lendenwirbel halb von vorn, halb von unten. Wiederum bedeuten: *wk* Körperstück, *ob* obere Bogen, *p tr* processus transversi, *pa* processus articularis anterior.

Fig. 4. Derselbe Lendenwirbel von unten. *z* ligamentum intervertebrale.

Fig. 5. Erster Sacralwirbel, halb in vorderer Ansicht. Die Bezeichnungen wie vorher.

Fig. 6. Derselbe Wirbel von unten betrachtet.

Fig. 7 zeigt den Antheil des oberen Bogen *ob* an der Bildung der Gelenkfläche *fa*. Die Grenze zwischen ventralem Seitenstücke *cs* und oberem Bogen ist eine deutliche Furche. — *p tr* Stelle des Querfortsatzes eines Lendenwirbels.

Fig. 8. Letzte Lendenwirbel und Sacrum einer neugeborenen Katze, in Ansicht von unten. Mit *cs* sind überall die Rippenrudimente, mit *ob* die den oberen Bogen angehörigen Verknöcherungen bezeichnet.

Fig. 9. Ansicht des Sacrums eines Rinderembryo von unten. *ob* die oberen Bogen; *cs* die Sacralrippen; *p tr* processus transversi.

Fig. 10a. Erster Sacralwirbel eines Rinderembryo, welcher das gewöhnliche Verhalten zeigt, d. h. die Sacralrippe mit dem oberen Bogen ihrer Seite verschmolzen.

Fig. 10b. Durchschnitt des zweiten Sacralwirbels.

Fig. 11. Erster Sacralwirbel eines anderen Rinderembryo, von vorne. Die Sacralrippen, *cs*, verknöchern ausnahmsweise selbständig. *li* ligamentum intervertebrale.

Fig. 12. Sacrum eines Ferkels von unten. Die Sacralrippen sind von Anfang an mit den oberen Bogen verschmolzen.

Fig. 13. Seitenansicht. *fa* Gelenkfläche.

Fig. 14. Letzter Lendenwirbel.

Fig. 15. Erster Sacralwirbel und

Fig. 16. Zweiter Sacralwirbel im Durchschnitte.

Fig. 17 Durchschnitt durch den ersten Sacralwirbel eines 12 Centimeter langen Embryo von Sus scrofa

Fig. 18. Ansicht des Sacrums eines mehrere Monate alten Igels von unten. *vs* I—V sind die fünf Sacralwirbel; *b* die seitlichen Bänder.

Fig. 19. Seitenansicht. *fa* Gelenkfläche.
Fig. 20. Letzter Lendenwirbel.
Fig. 21. Zweiter Sacralwirbel; beide im Durchschnitte.
} Vom Igel.

Fig. 22—25 stellen Kreuzbeine des Menschen vor. Fig. 22. Unregelmässig gebildetes, ausgewachsenes weibliches Sacrum. *ptr* processus transversus des fast selbständig gewordenen, wie im Uebergange zu einem Lumbalwirbel stehenden ersten Sacralwirbels (*vs* I); *cs* costa sacralis.

Fig. 23. Weibliches Sacrum, dessen erster Wirbel (*vs* I) auf seiner linken Seite fast lumbal gestaltet ist. Dieselben Bezeichnungen.

Fig. 24. Weibliches Sacrum mit zur Hälfte einverleibtem fünften Lendenwirbel (V). *cs* bezeichnet die an seinem rechten Querfortsatze zur Ausbildung gekommene Sacralrippe.

Fig. 25. Sacrum (Geschlecht unbestimmt) mit völlig einverleibtem fünften Lendenwirbel (6 Wirbel).

Fig. 26. Unregelmässig gebildetes Sacrum eines Hasen, von unten gesehen. Linkerseits ist auch am letzten Lendenwirbel ein ventrales Seitenstück ausgebildet (*cs*).

Fig. 27. Ansicht des Sacrums eines vierteljährigen Hundes in Verbindung mit den Darmbeinen, von unten. Bei VII der letzte Lendenwirbel; *vs* I ist der erste Sacralwirbel.

Zur Bildungsgeschichte lumbosacraler Uebergangswirbel.

Von

C. Gegenbaur.

Sowohl durch das äussere Verhalten als auch durch den Besitz eines selbständigen, vom Wirbelbogen unabhängigen Knochenkernes ist die Bedeutung der ventralen Schenkel der Seitenfortsätze des Kreuzbeines als Rippenrudimente in hohem Masse sichergestellt und wird durch die Vergleichung der bei Wirbelthieren gegebenen Befunde über jeden Zweifel gehoben. Etwas anders liegt die Frage bezüglich der lumbosacralen Uebergangswirbel. In dem Masse als man das Verhalten der ventralen Schenkel der Seitenfortsätze der Sacralwirbel, — beim Menschen ferner der drei ersten — aus dem Fortbestehen von Costalrudimenten begreift, wird man freilich sofort geneigt sein, auch jene Uebergangswirbel in gleichem Sinne zu beurtheilen. Doch können lumbosacrale Uebergangswirbel bekanntlich auf sehr differentem Wege entstanden sein, und danach wird auch jedes Urtheil sich etwas verschieden gestalten müssen. Die eine Art jener Uebergangswirbel kommt dadurch zu Stande, dass ein Sacralwirbel das costale Element seines Seitenfortsatzes verloren hat. Es besteht dann bei über 17 normalen Thoracolumbalwirbeln ein sechster Lumbalwirbel der einerseits den Character eines Sacralwirbels trägt; oder genauer, es ist der erste Sacralwirbel einseitig einem Lendenwirbel ähnlich gestaltet. In diesem Falle kann kein Zweifel daran sein, dass der erste Sacralwirbel die Abnormität herstellte, sobald nach diesem nur noch vier Sacralwirbel folgen. Würden dagegen dem Zwitterwirbel noch fünf Sacralwirbel folgen, so bestände Grund ersteren aus einem sogenannten überzähligen sechsten Lendenwirbel entstanden anzusehen. Dafür sind ebenfalls Fälle bekannt.

Hier wäre nun die Frage berechtigt, ob die einseitig aufgetretene

Verbreiterung des Seitenfortsatzes, des Uebergangswirbels, auf dieselbe Weise sich als costales Rudiment nachweisen liesse wie an den echten Sacralwirbeln, und dieselbe Frage gilt für jene Fälle, wo der fünfte Lendenwirbel bei fünf Sacralwirbeln einen ventralen Schenkel am Seitenfortsatze besitzt. In beiden Fällen handelt es sich nicht mehr um Sacralwirbel, sondern um Lendenwirbel mit sacralen Attributen. Wenn auch wenig wahrscheinlich, so wäre es doch möglich, dass die bezügliche Modification nicht einem besondern Skeletelement, sondern vielleicht einer Deformität des Querfortsatzes ihre Entstehung zu danken hätte. Ein Theil der der anderen Auffassung entgegenstehenden Bedenken ist nun durch die Beobachtung Frenkel's bezüglich des Vorkommens kleiner Knochenkerne am vordern (ventralen) Rande des letzten Lendenwirbels hinweggeräumt. Dadurch wird die Annahme, dass durch die weitere Ausbildung der durch jene überzähligen Knochenkerne ausgezeichneten Knorpelpartien der Seitenfortsätze ein Lumbalwirbel zu einem Sacralwirbel sich umbilden könne, auf einen festeren Boden gestellt, aber die Gleichartigkeit der ventralen Schenkel am Lumbalwirbel und am Sacralwirbel ist damit noch nicht erwiesen. Dazu würde der Nachweis gleichartiger Ossification des ventralen Schenkels des Seitenfortsatzes des letzten Lendenwirbels mit dem ventralen Schenkel des Seitenfortsatzes der drei ersten Sacralwirbel erbracht werden müssen. Soviel mir bekannt, ist das bis jetzt noch nicht geschehen.

Die Untersuchung der Wirbelsäule eines dreijährigen Kindes gab mir zu jener Prüfung Gelegenheit. Bei normaler Wirbelzahl in allen Abschnitten der Wirbelsäule (den Sacral- und Lumbaltheil mit inbegriffen) zeigte der letzte Lendenwirbel linkerseits eine sacralwirbelartige Gestaltung. Es bestand hier ein zwar nicht so bedeutend wie am ersten Sacralwirbel entfalteter, aber doch immerhin ansehnlicher ventraler Schenkel des Seitenfortsatzes, und an demselben erstreckt sich die Facies auricularis fast bis zur Hälfte der Höhle hinauf. Dieselbe Gelenkfläche reichte dagegen nur bis zum Rande des Seitenfortsatzes des dritten Sacralwirbels herab, kaum darauf übergreifend. Rechterseits erstreckte sich die Facies auricularis entschieden bis auf den dem dritten Wirbel zugehörigen Seitenfortsatz herab. Dass dennoch die linke Auricularfläche um vieles bedeutender ausgedehnt war als die rechte, indem sie sich über den Seitenfortsatz des fünften Lumbalwirbels emporerstreckte, ist selbstverständlich. Die Ossificationen der Sacralwirbel ergaben kein abweichendes Verhalten. Die ventralen Schenkel der Seitenfortsätze des ersten Sacralwirbels besassen die diesem Stadium entsprechenden grossen Knochenkerne, ebenso jene des zweiten Sacralwirbels. Im dritten Sacralwirbel war nur linkerseits ein sehr kleiner

Knochenkern im ventralen Schenkel bemerkbar; rechterseits fehlte er noch. Die Praeponderanz der linken Seite gab sich also auch darin zu erkennen.

Was nun den linkerseits am fünften Lendenwirbel vorhandenen ventralen Schenkel angeht, so besass dieses bei bedeutender vorgeschrittener Ossification des Körpers wie des Bogens (beide Theile waren nur durch eine schmale ca. 1 mm. dicke Knorpelschichte getrennt) noch grossentheils knorpelige Stück doch einen völlig selbständigen Knochenkern, der zwar nahe dem Knochen des Bogenstückes gelegen, aber durch einen $1\frac{1}{2}$ mm. breiten Knorpel davon getrennt war. Durch eine Anzahl feiner Schnitte vermochte ich mich zu überzeugen, dass noch keine Knorpelkanäle vom Bogenkern, zu jenem »überzähligen« Knochenkerne traten. Die Knorpelkanäle führten vielmehr zur freien vordern (ventralen) Oberfläche des Knorpels hin. Somit ist also an diesem Knorpeltheile des fünften Lendenwirbels dieselbe Ossificationsweise erkannt, wie sie an den Costalrudimenten der Sacralwirbel besteht, und es darf ausgesprochen werden, dass die lumbo-sacralen Uebergangswirbel durch die Ausbildung ihrer in der Regel gänzlich fehlenden Rippenrudimente hervorgehen. Sowie also der einseitige Mangel eines Rippenrudimentes am ersten Sacralwirbel aus dem letzteren einen sacro-lumbalen Uebergangswirbel bildet, so kann ein ähnlicher aber doch durch seinen Platz in der Wirbelreihe wesentlich verschiedener, also nicht mit jenem homodynamer Uebergangswirbel durch die Ausbildung eines Rippenrudimentes am letzten Lumbalwirbel entstehen.

An derselben Wirbelsäule fand sich noch eine den selteneren Vorkommnissen beizuzählende Eigenthümlichkeit, deren ich hier nebenbei gedenken will. Am ersten Lendenwirbel zeigte sich nämlich der ganze einem Brustwirbelquerfortsatz entsprechende Abschnitt beiderseits als ein bewegliches Knorpelstück. An demselben war sehr deutlich der Processus mamillaris und der accessorische Fortsatz ausgeprägt, dagegen war der lumbale Querfortsatz nur als ein ganz unansehnliches Höckerchen unterscheidbar. Das ganze Stück war ohne Ossification, und articulirte durch ein wahres Gelenk. Es bildete eine längliche Pfanne, welche auf einem von der hinteren und seitlichen Fläche des Wirbelbogens dargebotenen, entsprechend geformten Gelenkkopfe sass, der sich am Processus articularis empor erstreckte.

Bestäubungsversuche an Abutilon.

Von

Fritz Müller.

II. Beispiele von Unfruchtbarkeit als Folge zu naher Verwandtschaft.

Die völlige Unfruchtbarkeit gewisser Pflanzen mit Blüthenstaub derselben Blume (Corydalis cava) oder selbst aller Blumen desselben Stocks (Arten von Abutilon, Bignonia, Oncidium u. s. w.) bildet nur einen besonderen Fall des Gesetzes, dass Selbstbestäubung minder kräftige Nachkommenschaft liefert, als Kreuzung. Und dieses Gesetz, für welches jede Blume einen Beleg bietet, die durch Duft oder Farbenschmuck Bienen und Schmetterlinge zum Honiggenuss und dadurch zur Vermittelung der Kreuzung einladet, ist wieder nur ein besonderer Fall eines allgemeineren Gesetzes, dass nämlich enge Inzucht zwischen nahen Verwandten nachtheilig wirkt; denn, als Einzelwesen betrachtet, sind ja eben Staubgefässe und Stempel desselben Pflanzenstocks oder gar derselben Blume die denkbar nächsten Verwandten. Eine noch allgemeinere Fassung lässt sich letzterem Gesetze geben, wenn man in dasselbe die Verminderung der Fruchtbarkeit mit einschliesst, die in allen Graden bis zu völliger Unfruchtbarkeit eintritt als Folge zu geringer Verwandtschaft der gekreuzten Pflanzen, also bei der Bastardzeugung. Jede Pflanze, könnte man sagen, erfordert zur Erlangung möglichst kräftiger und zeugungsfähiger Nachkommenschaft einen gewissen Betrag von Verschiedenheit zwischen den sich vereinigenden männlichen und weiblichen Zeugungsstoffen; sowohl wenn dieser Betrag abnimmt (bei zu naher Verwandtschaft), als wenn er st[illegible] geringer Verwandtschaft) nimmt die Fruchtbarkeit ab. Di[illegible] ereinstimmung zwischen

»illegitimen« Sprösslingen dimorpher und trimorpher Pflanzen einerseits und den Bastarden verschiedener Arten andrerseits berechtigt wohl zu einer solchen Zusammenfassung der beiden durch entgegengesetzte Ursachen bedingten Arten der Unfruchtbarkeit unter einen gemeinsamen Gesichtspunct. Selbstverständlich soll damit das thatsächlich Gegebene nur ausgesprochen, nicht aber erklärt sein. Ebenso soll damit natürlich nur eines der vielen, die grössere oder geringere Fruchtbarkeit einer Verbindung bedingenden Verhältnisse ausgesprochen sein.

Je grösser bei einer Art die zur Erzielung des höchsten Grades der Fruchtbarkeit erforderliche Verschiedenheit der Zeugungsstoffe ist, um so grösser wird im Allgemeinen — (ceteris paribus) — die Verschiedenheit der Pflanzen sein dürfen, die überhaupt noch Nachkommen mit einander zeugen können. Mit anderen Worten: Arten, die mit Blüthenstaub desselben Stockes völlig und selbst mit Blüthenstaub nahe verwandter Stöcke mehr oder weniger unfruchtbar sind, werden im Allgemeinen besonders leicht durch Blüthenstaub anderer Arten sich befruchten lassen. Die selbst unfruchtbaren, dagegen zur Bastardbildung so überaus geneigten Arten der Gattung Abutilon liefern ein gutes Beispiel zu diesem Satze, der auch bei Lobelia, Passiflora, Oncidium sich zu bestätigen scheint.

Ich will diese allgemeinen Betrachtungen hier nicht weiter fortsetzen. Dieselben sollten nur andeuten, in welchem Sinne und in welchem Zusammenhang ich die im Folgenden mitzutheilenden Beispiele von Unfruchtbarkeit zwischen nahen Verwandten aufgefasst zu sehen wünschte.

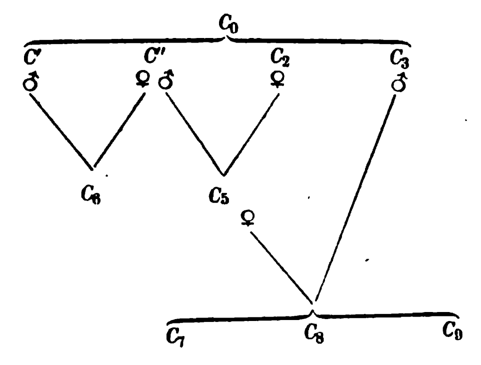
Im Folgenden bezeichnen *A*, *C*, *E*, *F*, *M*, *P* sechs einheimische Abutilon-Arten, von denen ich *C* als Abutilon vom Capivary, *E* als Embira branca, *F* als Abutilon vom Pocinho schon in einem früheren Aufsatze erwähnt habe[1]. Das Abutilon vom Capivary ist von Fenzl Abutilon Hildebrandi getauft worden. Die Namen der übrigen Arten hoffe ich später mittheilen zu können. Mit *S* ist Abutilon striatum, mit *V* Abutilon vexillarium bezeichnet. Zur Bezeichnung der einfachen Bastarde sind die Buchstaben der stammelterlichen Arten ohne weiteres Zeichen nebeneinander gestellt, und zwar die mütterliche Art voran. So bezeichnet *EF* einen Bastard, dessen Mutter *E*, dessen Vater *F* ist. Bei Verbindungen dieser einfachen Bastarde unter sich oder mit einfachen Arten ist ein Punct zwischen das vorangehende Ze[illegible] und

[1] Diese Zeitschrift, Bd. VII. S. 22.

das nachfolgende des Vaters gesetzt; *F.CF* hat also *F* zur Mutter, *CF* zum Vater, *CE.S* hat *CE* zur Mutter, *S* zum Vater. Die Zahlen rechts unten neben den Buchstaben bezeichnen die einzelnen Stöcke einer Art oder eines Bastards. FS_1, FS_2, FS_3, sind also z. B. drei verschiedene Stöcke des Bastards *FS*.

I. C (Abutilon Hildebrandi, Fenzl).

Von dieser Art habe ich bereits einige Fälle mitgetheilt, in denen Befruchtung durch die nächsten Verwandten zwar reichlichen Samen, aber nur wenige schwächliche Nachkommenschaft erzeugte [1]. Ein weiteres Beispiel lieferten meine Versuche im Jahre 1871. Die Verwandtschaftsverhältnisse der betheiligten Pflanzen erhellen aus nachstehender Uebersicht.



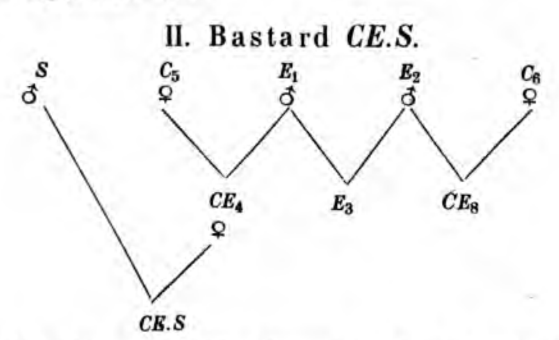
Aus Samen einer Frucht der am oberen Capivary wildwachsenden Pflanze C_0 wurden die Geschwister C', C'', C_2, C_3, gezogen. C_5 hat C_2 zur Mutter, C'' zum Vater; C_6 hat zur Mutter C'', zum Vater C'; endlich die Geschwister C_7, C_8, C_9, haben C_5 zur Mutter, C_3 zum Vater. Die mit eigenem Blüthenstaub völlig unfruchtbare Pflanze C_7 wurde nun befruchtet mit Blüthenstaub ihrer Geschwister C_8 und C_9, ihrer Mutter C_5, ihres Vaters C_3 und der minder nahe verwandten Pflanze C_6. Im Samenertrage zeigte sich keine erhebliche Verschiedenheit. Am 17. Februar 1872 wurden je 30 Korn dieser fünferlei Samen gesät. Die durch Blüthenstaub des Vaters C_3 und des Bruders C_9 erzeugten Samen gingen gar nicht auf. Von den durch Blüthenstaub der Mutter C_5 erzeugten Samen keimten zwei oder drei, aber die Pflänzchen gingen schon nach wenigen Tagen wieder ein. Zahlreichere Pflanzen entsprossten den durch C_8 und C_6 erzeugten Samen. Erstere, die Kinder des Bruders C_8, wuchsen sehr kümmerlich; nach vier Monaten waren die grössten kaum zoll-

---

[1] Diese Zeitschrift, Bd. VII. S. 40.

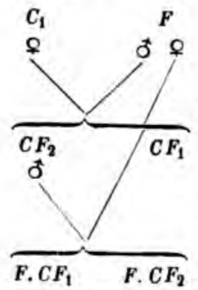
hoch, die kleinsten dagegen der durch Blüthenstaub von C_6 erzeugten mindestens doppelt so hoch.

II. Bastard *CE.S.*



E_1 und E_2 sind zwei wilde Pflanzen, die ich in meinen Garten versetzt habe, E_3 ein in meinem Garten aufgegangener Sämling der wahrscheinlich E_1 zur Mutter, E_2 zum Vater hat. Das Uebrige ergiebt vorstehende Uebersicht.

Bestäubung des Bastards *CE.S* mit CE_4, CE_8, E_3 und *S* lieferte samenreiche Früchte [1]). Die Samen wurden am 6. September auf demselben Beete ausgesät. Zuerst keimten, nach 13 Tagen, die durch CE_8 und E_3 erzeugten, — dann, nach 15 Tagen, die durch den Vater *S*, — zuletzt, nach 18 Tagen, die durch die Mutterpflanze CE_4 erzeugten Samen. Von den drei ersteren erschienen zahlreiche Pflanzen, von den durch CE_4 erzeugten 46 Samen keimten nur 5, und diese 5 Pflänzchen wachsen bis jetzt (Ende October) sehr kümmerlich; kaum kräftiger sind die durch *S* erzeugten; am besten von allen gedeihen die durch CE_8 erzeugten und ihnen kommen die durch E_3 erzeugten nahe.



III. Bastard *F.CF.*

Die Geschwister CF_1 und CF_2 haben zur Mutter C_1, zum Vater *F*, die Geschwister $F.CF_1$ und $F.CF_2$ zur Mutter *F*, zum Vater CF_2.

$F.CF_2$ ist nun völlig unfruchtbar mit seinem Vater CF_2; 10 mit Blüthenstaub des letzteren bestäubte Blumen fielen ab, ohne auch nur Frucht auzusetzen;

---

1) GÄRTNER (Bastardzeugung S. 507) fand »zusammengesetzte Bastarde« d. h. solche »deren weibliche Unterlage ein fruchtbarer Bastard, der männliche Factor aber eine andere reine Art ist«, meist völlig unfruchtbar und dies namentlich in den Fällen, wo dieselben durch »vermittelnde Verwandtschaft« entstanden waren, d. h. zwei Arten enthielten, die direct nicht oder nur schwierig zu ver-

dagegen brachten 10 gleichzeitig [1]) mit Blüthenstaub des Oheims CF_1 bestäubte Blumen ebenso viele Früchte mit keimfähigen Samen. Auch mit Blüthenstaub der Mutter *F*, des Bruders $F.CF_1$, sowie der Pflanzen A_2, C_6, und $F.EF_1$ lieferte $F.CF_2$ keimfähige Samen. Mit eigenem Blüthenstaube ist $F.CF_2$ völlig unfruchtbar.

Umgekehrt fielen zwei Blumen von CF_2 nach Bestäubung mit $F.CF_2$ unbefruchtet ab, während zwei ebenso bestäubte Blumen von CF_1 reife Früchte brachten, deren Samen leider durch Raupen ausgefressen waren.

Die Pflanze $F.CF_1$, an welcher nur wenige Versuche gemacht wurden, scheint sich ähnlich zu verhalten, wie ihr Bruder $F.CF_2$.

IV. Bastard *FS*.

Von den Arten *F* und *S* besitze ich nur je eine Pflanze; die Bastarde FS_1, FS_2, FS_3 und *SF* sind also sämmtlich Geschwister. Alle vier zeichnen sich aus durch üppigen Wuchs (sie sind jetzt, ein Jahr nach der Aussaat, von mehr als doppelter Manneshöhe) und durch grosse Fruchtbarkeit [2]); ohne mein Zuthun, durch Vermittlung der Kolibris, haben sie sich mit Hunderten von Früchten bedeckt. Zu Bestäubungsversuchen wurde die Pflanze FS_1 ausgewählt. 10 Blumen mit Blüthenstaub desselben Stockes bestäubt, fielen unbefruchtet ab, während 9 Blumen be-

---

binden waren, wie es in dem Bastard *CE.S* mit den Arten *E* und *S* der Fall ist. Er fand ferner diese durch vermittelnde Verwandtschaft entstandenen zusammengesetzten Bastarde »dem väterlichen Typus so sehr ähnlich, dass sie nur Varietäten desselben zu sein scheinen«. Die von ihm und Kölreuter beobachteten derartigen Bastarde gehörten den Gattungen Nicotiana, Lobelia und Verbascum an. Für Abutilon kann ich die von Gärtner aufgestellten Regeln nicht bestätigen. Die hierher gehörigen Bastarde *CE.S*, *EF.S* und *CS.E* sind sämmtlich fruchtbar und keineswegs ihren Vätern besonders ähnlich; in der Blattform steht sogar *CE.S* der Mutter *CE* sehr viel näher als dem Vater *S*.

[1]) D. h. es wurden gleichzeitig nicht alle 20 Blumen, sondern jedesmal eine Blume mit CF_1 und zugleich eine andere mit CF_2 bestäubt.

[2]) Soweit meine Erfahrung reicht, sind überhaupt die am üppigsten wachsenden Bastarde auch die fruchtbarsten. Auch nach Gärtner's so ungemein reichen, ein Vierteljahrhundert umfassenden Erfahrungen »zeigen gerade diejenigen Bastarde, bei welchen man die meiste Fruchtbarkeit bemerkt hat, unter allen die stärkste Luxuriation in allen Theilen« (Bastardzeugung S. 529). Dass umgekehrt kümmerlich wachsende, zwerghafte Bastarde völlig unfruchtbar zu sein pflegen, ist bekannt. Den üppigen Wuchs so vieler Bastardpflanzen ihrer Unfruchtbarkeit zuzuschreiben, wie Kölreuter wollte, und darin »un cas très — remarquable d'application de la loi du balancement organique et physiologique« sehen zu wollen, wie noch ganz neuerdings Quatrefages es thut (Charles Darwin et ses précurseurs français. 1870. S. 246. Anm.) ist hiernach (und aus anderen von Gärtner a. a. O. entwickelten Gründen) durchaus u

stäubt mit F, 10 Blumen mit $F.EF$, 2 Blumen mit FV ebensoviele samenreiche Früchte brachten. Auch mit A, mit EF, mit FE, mit M^2, mit S^1, sowie mit ihren Geschwistern FS_2 und SF zeigte FS_1 sich fruchtbar. Die aus diesen verschiedenen Kreuzungen hervorgegangenen Samen erwiesen sich, soweit sie ausgesät wurden, als keimfähig, darunter auch die durch Bestäubung mit SF erhaltenen. Völlig unfruchtbar dagegen zeigte sich die Pflanze FS_1 mit ihrem Bruder FS_3; sieben mit dessen Blüthenstaube bestäubte Blumen fielen unbefruchtet ab.

Um zu ermitteln, ob die Unfruchtbarkeit dieser beiden Geschwister eine gegenseitige sei, wurde auch an FS_3 eine Reihe von Versuchen gemacht. 4 Blumen mit A, 1 Blume mit FV, 5 mit FS_2, 5 mit SF bestäubt lieferten ebensoviele Früchte; ebenso erhielt ich Früchte mit gutem Samen von der Mehrzahl der mit F, FP, M und S bestäubten Blumen, dagegen nicht eine einzige Frucht von 5 Blumen, die mit Blüthenstaub von FS_1 bestäubt wurden.

Der Blüthenstaub von FS_1, der FS_3 nicht zu befruchten vermochte, erzeugte Früchte mit reichlichen keimfähigen Samen an den Pflanzen CP, EF_2, EV_1, F, $F.EF_1$, S und SV; ebenso befruchtete der auf den Narben von FS_1 wirkungslose Blüthenstaub von FS_3 die Pflanzen CV, EV_1, F. FE_2, P und S.

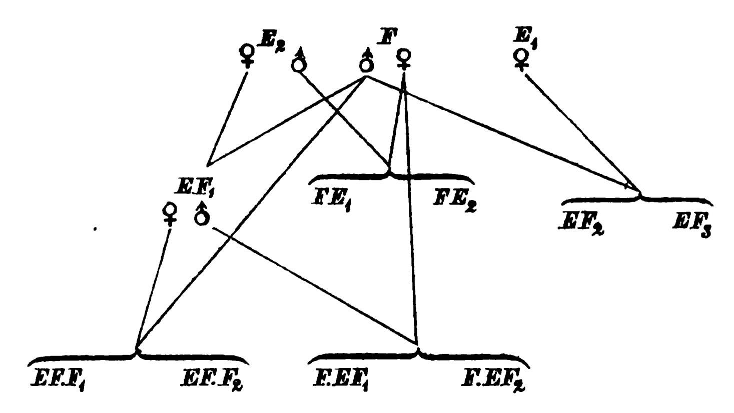
V. Bastard FP.

Die beiden Geschwister FP_1 und FP_2 scheinen ebenso unfruchtbar mit einander zu sein, wie FS_1 und FS_3; zwei Blüthen von FP_2, bestäubt mit FP_1, fielen unbefruchtet ab; ebenso vier von den fünf mit FP_2 bestäubten Blumen der Pflanze FP_1; auch die Frucht, welche die fünfte dieser Blumen angesetzt hatte, fiel jung ab. Dagegen lieferten beide Pflanzen Früchte und keimfähige Samen mit dem Blüthenstaub ihrer Eltern F und P; ausserdem FP_1 mit A, CS_1 und CV. — Der Blüthenstaub beider Pflanzen ist zeugungskräftig; denn er erzeugte keimfähige Samen an den Pflanzen CV, EV_1, F, M_1 und M_2. An der Pflanze P, dem Vater von FP_1 und FP_2, erhielt ich von fünf mit Blüthenstaub dieser Kinder bestäubten Blumen nur eine, ziemlich samenreiche Frucht, deren Samen noch nicht auf ihre Keimfähigheit geprüft wurden.

VI. Bastard $F.EF$.

Die vier Pflanzen $EF.F_1$, $EF.F_2$, $F.EF_1$ und $F.EF_2$ sind Geschwister; sie haben dieselben Eltern F und EF_1. —

Neun Blumen von $F.EF_1$ bestäubt mit Blüthenstaub anderer Blumen desselben Stocks, lieferten keine einzige Frucht. Zwanzig Blumen von $F.EF_1$ bestäubt mit Blüthenstaub der Geschwister $F.EF_2$, $EF.F_1$ und $EF.F_2$



brachten drei Früchte mit durchschnittlich 1,3 Samen im Fach; die samenreichste der drei Früchte hatte durchschnittlich 2,2 Samen im Fach.

Dagegen gaben

10	Blumen von $F.EF$ bestäubt mit	FE_1 und FE_2 :	10 Früchte mit	4,5
11	. . . .	EF_2 und EF_3 :	10	4,6
10	. . . .	F :	9	4,7
6	. . . .	FCF_1 und FCF_2 :	6	4,5
1	. . . .	FS_1 :	1 Frucht mit	4,7

(Samen im Fach.)

Der geringe Erfolg der Bestäubung mit dem Blüthenstaub der Geschwister lag nicht etwa an der schlechten Beschaffenheit dieses Blüthenstaubes, der sich an anderen Pflanzen vollkommen zeugungskräftig erwies; der Blüthenstaub von $F.EF_2$ erzeugte samenreiche Früchte an der Pflanze FS_1, der von $EF.F_1$ an FE_2, der von $EF.F_2$ an F. Auch der Blüthenstaub von $F.EF_1$ erzeugte zahlreiche und, soweit sie ausgesät wurden, sich keimfähig erweisende Samen an den Pflanzen F, $F.CF_2$, FS_1 und FS_2. —

Die durch $F.EF_2$ erzeugten Samen von $F.EF_1$ haben übrigens gekeimt und kräftige Pflanzen gegeben, die bis jetzt im Wachsthum mit den durch EF_2, durch F, durch $F.CF_2$ und durch FS_1 erzeugten gleichen Schritt halten.

VII. Bastarde *EF* und *FE*.

Die Verwandtschaftsverhältnisse der betreffenden Pflanzen erhellen aus der bei $F.EF$ gegebenen Uebersicht.

Sowohl die Geschwister EF_2 und EF_3, als ihre Halbgeschwister EF_1, FE_1 und FE_2 wetteifern in üppigem Wuchs und Fruchtbarkeit mit den Bastarden FS unb SF[1]). — Als Versuchspflanzen dienten die Halb-

1) »Wenn zwei Arten fruchtbare Bastarde erzeugen, so müssen wir sie in eine Art zusammenziehen« sagt Professor Keferstein in seinem »Berichte über die

geschwister EF_2 und FE_2. Dieselben sind unfruchtbar mit einander. Sieben Blumen von EF_2 lieferten mit Blüthenstaub von FE_2 keine, 10 Blumen von FE_2 mit Blüthenstaub von EF_2 eine einzige sehr dürftige Frucht, die in 15 Fächern nur 11 Samen enthielt. Die Samen scheinen taub zu sein, haben wenigstens, vor 18 Tagen ausgesät, noch nicht gekeimt.

Auch mit Blüthenstaub von FE_1 zeigten sich beide Versuchspflanzen unfruchtbar; 10 Blumen von FE_2 gaben mit Blüthenstaub von FE_1 gar keine, 4 Blumen von EF_2 eine einzige dürftige Frucht mit nur 8 Samen in 11 Fächern und diese Samen erwiesen sich bei der Aussaat als taub.

Dagegen erzeugte der Blüthenstaub von EF_3 ziemlich reichlichen Samenertrag, sowohl bei seinem Bruder EF_2, als bei seinem Halbbruder FE_2; 12 Blumen von EF_2 gaben mit EF_3 bestäubt 10 Früchte mit durchschnittlich 3,5 Samen und 10 Blumen von FE_2, ebenso bestäubt, 9 Früchte mit durchschnittlich 4,2 Samen in einem Fache.

Mit allen sonstigen Arten und Bastarden, mit denen sie bestäubt wurden, zeigten sich beide Pflanzen fruchtbar; so EF_2 mit *E*, *EF.V*, *F*, *FS*, *M* und *FS*, sowie FE_2 mit *CV*, *EF.F*, *EF.S*, *E.FV*, *EV*, *F*, *FS* und *M*.

Umgekehrt befruchtete Blüthenstaub von EF_2 und FE_2 fast alle Pflanzen, an denen er versucht wurde; so der von EF_2 die Pflanzen C_7, *CP*, *CV*, *EF.S*, FS_1, *SV* und der von FE_2 die Pflanzen *F*, $F.EF_1$ und FS_1. —

Es beweisen die eben mitgetheilten Beispiele, dass bei den Bastarden von Abutilon und wahrscheinlich ganz ebenso bei den reinen Arten dieser Gattung ziemlich häufig Fälle mehr oder minder vollständiger Unfruchtbarkeit zwischen nahe verwandten Pflanzenstöcken, zwischen Eltern und Kindern, zwischen Geschwistern und selbst Halbge-

Fortschritte der Generationslehre im Jahre 1867« (S. 190). Diese Forderung des Berichterstatters dürfte wohl kaum unter die »Fortschritte in der Generationslehre« zu zählen sein. Schon Gärtner war über diesen Standpunct weit hinaus. So sagt er, um nur eine der vielen bezüglichen Stellen seines Buches anzuführen (Bastardzeugung, S. 382): »Knight hat behauptet, dass die Fruchtbarkeit eines Bastards ein directer Beweis davon seie, dass die beiden Eltern zu der nämlichen Species gehören, und dass ein steriler Bastard von verschiedenen Arten abstamme. — Im Folgenden wird sich aber die Unrichtigkeit des von Knight behaupteten Satzes unzweideutig ergeben«. — Nach alle dem, was schon Gärtner und was später Darwin über diesen Gegenstand gesagt, bedarf derselbe keiner erneuten Besprechung. Ich möchte nur Herrn Professor Keferstein fragen, in welcher Weise er seine kategorische Forderung ausführen würde, wenn zwei Arten (*E* und *S*) zwar mit derselben dritten (*F*) fruchtbare Bastarde (*EF*, *FE*, *FS*, *SF*) erzeugen, nicht aber unter sich. — Oder wenn zwei direct nicht zu fruchtbaren Bastarden vereinbare Arten (*E* und *S*) sich durch Vermittlung einer dritten Art (*C* oder *F*) zu fruchtbaren Bastarden (*CE.S*, *EF.S*, *CS.E*) verschmelzen lassen. —

schwistern vorkommen. Ist die oben ausgesprochene Auffassung des Zusammenhanges zwischen Verwandtschaft und Fruchtbarkeit richtig, so darf man hoffen, ähnliche Beispiele durch zu nahe Verwandtschaft verminderter Fruchtbarkeit auch bei anderen Pflanzen nachweisen zu können, wird aber völlige Unfruchtbarkeit zwischen Verwandten nur bei solchen Arten zu finden erwarten dürfen, die wie Abutilon mit Blüthenstaub desselben Stockes unfruchtbar sind.

Die üblen Folgen der Inzucht, die sich, wie Abutilon zeigt, schon bei der ersten Verbindung zu nahe verwandter Pflanzen bis zu völliger Unfruchtbarkeit steigern können, sind bei allen bisherigen und namentlich auch bei Gärtner's »Versuchen und Beobachtungen über die Bastardzeugung im Pflanzenreich« unberücksichtigt geblieben, und es bedürfen daher mehrere der aus diesen Versuchen abgeleiteten Sätze einer Nachprüfung. Dies gilt z. B. von dem Satze, dass Bastarde »niemals so viele vollkommene und keimfähige Samen erzeugen, als ihre Stammeltern« (Gärtner a. a. O. S. 540). Ebenso von dem Satze, »dass der stammelterliche Pollen auf die Bastarde kräftiger wirkt, als der eigene« (Gärtner a. a. O. S. 425). In keinem einzigen der vielen von Gärtner für beide Sätze angeführten Fälle ist aus seinem Buche zu ersehen, ob die geringere Fruchtbarkeit der Bastarde, ob die minder kräftige Wirkung des Bastardpollens Folge gewesen sei der Bastardnatur oder nicht vielmehr zu naher Verwandtschaft der gekreuzten Pflanzen. Kaum findet sich bei Gärtner ein Fall, der schlagender die Richtigkeit des zweiten Satzes zu beweisen scheint, als die oben erwähnte Pflanze $F.EF_1$, an welcher 29 theils mit Blüthenstaub desselben Stocks, theils mit dem von $F.EF_2$, $EF.F_1$ und $EF.F_2$ bestäubte Blumen nur drei dürftige Früchte, dagegen 31 mit »stammelterlichem Pollen« (von F, EF_2, EF_3, FE_1, FE_2) bestäubte Blumen 29 Früchte brachten, die mehr als dreimal so samenreich waren, als jene. Und doch beweist die Fruchtbarkeit dieser Pflanze mit andern Bastarden (FS und FCF), sowie die kräftige Wirkung ihres Blüthenstaubes und des Blüthenstaubes ihrer Geschwister auf zahlreiche andere Pflanzen, dass der überaus dürftige Samenertrag der Pflanze $F.EF_1$ nach Bestäubung mit $F.EF_2$, $EF.F_1$ und $EF.F_2$ nicht davon herrührte, dass diese Pflanzen Bastarde, sondern einzig davon, dass sie Geschwister sind. — Für eine grosse Zahl von Bastarden ist allerdings die Richtigkeit beider Sätze ausser Frage, für alle diejenigen nämlich, deren Geschlechtstheile mehr oder minder verkümmert sind; für diese aber besagen sie nur, was sich ganz von selbst versteht und ebenso für alle übrigen Pflanzen gilt, dass gesunde Geschlechtstheile und Zeugungsstoffe zur Zeugung tauglicher sind, als verkümmerte, unvollkommen entwickelte.

Auch der Satz, dass »die meisten fruchtbaren Bastarde in fortgesetzten Generationen in ihrem Zeugungsvermögen immer mehr und mehr abnehmen« (GÄRTNER a. a. O. S. 418), bedarf einer neuen Prüfung. Es ist auf diesen Satz von Gegnern DARWIN's ganz besonderes Gewicht gelegt worden und FLOURENS glaubt mit demselben eine scharfe Grenze zwischen Art und Abart ziehen zu können [1]. Während Blendlinge mit unverminderter Fruchtbarkeit sich dauernd fortpflanzen, soll die Fruchtbarkeit der Bastarde von Geschlecht zu Geschlecht abnehmen und bald völlig erlöschen. DARWIN hat bereits mit gewohntem Scharfblick die Vermuthung ausgesprochen, dass diese vielfach beobachtete Abnahme der Fruchtbarkeit Folge sei nicht der Bastardnatur, sondern zu enger Inzucht [2] und ich freue mich in den hier mitgetheilten Beispielen verminderter Fruchtbarkeit und völliger Unfruchtbarkeit als Folge zu enger Inzucht bei Abutilon-Bastarden einen neuen Beleg für die Richtigkeit der Vermuthung DARWIN's bieten zu können [3].

Itajahy, October 1872.

[1] »Toutes les variétés d'une même espèce sont fécondes entre elles d'une fécondité continue; les espèces d'un même genre n'ont entre elles qu'une fécondité bornée« FLOURENS, Examen du livre de M. DARWIN, pag. 101.

[2] »I believe in nearly all these cases, that the fertility has been diminished . . . by too close interbreeding« Origin of species. 4th edition. pag. 295.

[3] Gerade in dem von GÄRTNER (a. a. O.) als Beleg seines Satzes angeführten Falle des »sehr fruchtbaren Bastards Dianthus Armeria-deltoides«, der sich Jahre lang in GÄRTNER's Garten von selbst aussäte, dessen Fruchtbarkeit aber von Jahr zu Jahr abnahm und im zehnten Jahre völlig erlosch, ist es kaum zweifelhaft dass enge Inzucht stattgefunden hat. So viel aus GÄRTNER's Verzeichniss seiner Versuche zu ersehen ist, (Bastardzeugung, S. 689), hat derselbe nur einmal, im Jahre 1829, vier Blumen (wahrscheinlich an derselben Pflanze) von Dianthus Armeria mit Dianthus deltoides bestäubt, und von diesen zwei Früchte geerntet.

Beiträge zur Kenntniss der Termiten.

Von

Fritz Müller.

III. Die »Nymphen mit kurzen Flügelscheiden« (Hagen), »nymphes de la deuxième forme« (Lespès). Ein Sultan in seinem Harem.

Von der überraschenden Menge verschiedener Zustände, die im Termitenstaate angetroffen werden, bilden — nach der Meinung ihres gründlichsten Kenners [1]) — »eigentlich nur die Nymphen mit kurzen Flügelscheiden ein bis jetzt unlösliches Räthsel«. Dem Versuche, dieses Räthsel seiner Lösung näher zu führen, muss ich als Einleitung einige Worte über das geschlechtliche Leben der Termiten vorausschicken.

Zu einer bestimmten (für verschiedene Arten verschiedenen) Jahreszeit verlassen die geflügelten Männchen und Weibchen das Nest, in welchem sie mehrere Wochen zuvor ihre letzte Häutung bestanden haben, und erheben sich in dichtem Schwarme in die Luft. Nach kurzem Fluge senken sie sich wieder zu Boden und entledigen sich ihrer Flügel. Zum Theil erst jetzt, zum Theil schon während des Fluges beginnt die Jagd der Männchen nach einer Genossin. Die Paare, die sich gefunden, suchen dann ein Nest ihrer Art wieder zu gewinnen. Ehe sie dieses Ziel wieder erreichen, erliegt die übergrosse Mehrzahl der wehrlosen Thiere den Nachstellungen der Ameisen, der Vögel und anderer Feinde. Die Begattung findet weder in der Luft, noch überhaupt ausserhalb des Nestes statt. Erst nachdem ein Paar als König und Königin in einem Neste Aufnahme gefunden hat, folgt der ausserhalb des Nestes gefeierten Verlobung die Vermählung [illegible] e lange treue Ehe.

---

1) Hagen in Linnaea [illegible] S. 126.

Ziemlich abweichend von dieser Darstellung, welche sich in allen wesentlichen Puncten derjenigen anschliesst, die schon vor fast hundert Jahren (1781) SMEATHMAN gegeben hat, pflegen die Angaben neuerer zoologischer Lehrbücher zu lauten. Man lässt die Termiten sich in der Luft oder doch ausserhalb des Nestes begatten, die Männchen nach der Begattung zu Grunde gehen und die befruchteten Weibchen in das Nest zurückgebracht werden.

Dass das Männchen mit seinem Weibchen in das Nest zurückkehrt und in seiner Gesellschaft als »König« weiter lebt, bedarf keiner weiteren Beweise, nachdem ausser SMEATHMAN auch LAVAGE, LESPÈS, BATES u. A. solche Könige bei verschiedenen Arten gefunden, und nachdem auch HAGEN erklärt, dass ihm »durch vielfache Angaben glaubwürdiger Forscher und durch vielfache Sendungen solcher Nestbewohner die Existenz eines derartigen Königs zweifellos erscheint«[1]). Doch mag immerhin erwähnt sein, dass auch ich den König bei acht oder neun Arten der Gattungen Calotermes (rugosus, nodulosus, Hagenii), Termes (Lespesii), Eutermes (inquilinus u. a.) und Anoplotermes (pacificus) gefunden habe. — Da die zur Zeit des Schwärmens äusserst winzigen Hoden nach der Rückkehr in ein Nest so bedeutend wachsen, dass sie den grösseren Theil des bisweilen beträchtlich anschwellenden Hinterleibes füllen, so steht die, wahrscheinlich oft wiederholte Begattung im Innern des Nestes ausser Frage. Damit ist allerdings eine frühere Begattung ausserhalb des Nestes nicht ausgeschlossen. Doch ist dieselbe sehr unwahrscheinlich, eben weil zur Zeit des Schwärmens Hoden und Eierstöcke noch sehr wenig entwickelt sind. Selbst bei einer der grössten Arten (Termes dirus) konnte BURMEISTER die inneren Geschlechtstheile des geflügelten Männchens nicht nachweisen. Auch HAGEN untersuchte viele (Alcohol-) Stücke geflügelter Termiten ohne Genitalien zu treffen[2]). Hat man doch sogar die grosse Masse eines Termitenschwarmes als »sterile Individuen« ansehen wollen. Danach lässt sich bemessen, wie klein noch im Verhältniss zu ihrem späteren gewaltigen Umfange die Geschlechtstheile der geflügelten Thiere sind; als Beispiel will ich anführen, dass bei den geflügelten Männchen unserer grössten Eutermes-Art die Hoden kaum 0,3 Mm. Durchmesser haben.

Besässen die Termiten die langen, so leicht ins Auge fallenden und kaum zu verwechselnden Samenfäden der übrigen Insecten, so wäre die Frage, ob die geflügelten Männchen schon zeugungsfähig seien und

---

1) Hagen a. a. O. XII. S. 16.

2) Briefliche Mittheilung vom 25. Novbr. 1871.

ob die Weibchen schon ausserhalb des Nestes sich begatten, leicht genug zu entscheiden. Allein in den Hoden geschlechtsreifer Männchen (Könige) verschiedener Arten fand ich nur theils grössere, sehr blasse rundliche Körperchen (von etwa 0,008 Mm. Durchm. bei Entermes vernalis m.), die Kern- und hüllenlos zu sein scheinen und bei Wasserzusatz zu mehr als doppelt so grossem Durchmesser aufquellen, theils kleinere ziemlich stark lichtbrechende Kügelchen von kaum 0,002 Mm. Durchm. — Erstere sind wahrscheinlich die befruchtenden Bestandtheile des Samens. Sie sind so blass und ihre Gestalt ist so wenig ausgezeichnet, dass ich noch nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob sie schon bei den geflügelten Männchen sich finden und dass ich sie bis jetzt ebenso vergeblich in der Samentasche von Königinnen, wie in der der geflügelten Weibchen gesucht habe. Habe ich recht gesehen, so sind dieselben bei den geflügelten Männchen (des grossen, Kugelnester bauenden Eutermes) allerdings schon vorhanden, aber noch in Zellen eingeschlossen.

Bis jetzt ist noch kein in der Begattung begriffenes Termiten-Pärchen gefangen worden. Was man wohl als Begattung angesehen hat, sind jene mehrfach beobachteten gemeinsamen Spaziergänge der Paare, bei welchen das Weibchen voranläuft, das Männchen dicht dahinter, oft mit seinen Kinnbacken den Hinterleib des Weibchens erfassend. Diesen eigenthümlichen Spaziergängen habe ich bei Termes Lespesii wiederholt zugesehen. Brachte ich ausgefärbte Thiere dieser Art aus dem Neste in ein Glas, so pflegten sie nach kurzer Unruhe dicht übereinander geschichtet, wie sie es in den Kammern des Nestes gewesen, still am Boden zu sitzen. Schüttete ich sie dann auf einen Bogen Papier, so schob sich allmälig ein Pärchen nach dem anderen aus dem wimmelnden Haufen hervor, um sich langsam von demselben zu entfernen. Einige Paare trennten sich bald wieder; diese erwiesen sich soweit sie untersucht wurden, als zwei Männchen. Die anderen, die bei einander ausharrten, bestanden immer aus einem vorangehenden Weibchen und einem nachfolgenden Männchen. Letzteres war bis auf die hintere Hälfte der Flügel, oder, falls es diese schon abgeworfen hatte, vollständig unter den Flügeln des Weibchens verborgen. Blieb es einmal einige Schritte zurück, so schien das Weibchen auf dasselbe zu warten. Nicht selten hatte das Männchen wirklich (wie Rosenschöld angiebt), und nicht blos scheinbar (wie es Lespès bei Termes lucifugus sah) die Spitze des Hinterleibes seiner Genossin eine Zeit lang mit den Kinnbacken (Mandibeln) gefasst. Es schien das eine Art bräutlicher Liebkosung zu sein. Von einer Begattung habe ich dabei so wenig etwas gesehen, als Smeathman, Rosenschöld

Tollin u. A.[1]). Das Ziel dieser Spaziergänge ist wahrscheinlich ein Nest ihrer Art als neue Heimat.

Die angebliche Begattung in der Luft würde ich mit Stillschweigen übergehen, wenn nicht Azara und Rengger, welche dieselbe in Paraguay gesehen haben wollen, mit Recht den Ruf guter und zuverlässiger Beobachter genössen. Für die Termiten haben sie freilich diesen Ruf nicht gerechtfertigt; Azara schreibt den Termiten sechs Flügel zu, — Rengger will den Boden Viertelstunden weit von männlichen Termiten oder wenigstens von deren Flügeln bedeckt gesehen haben. Leider sagt er ebenso wenig, woran er die Flügel als männliche erkannte, als in welcher Weise die Begattung in der Luft vor sich ging. Vermuthlich haben Beide nichts weiter gesehen, als was auch der dritte Beobachter der Termiten Paraguays, Rosenschöld, berichtet, dass nämlich aus den dichten Schwärmen einer dortigen Art die Thiere paarweise niederfallen, um dann die eben erwähnten Spaziergänge zu beginnen. Bei dem dürftigen Flugvermögen der Termiten und bei dem Mangel von Begattungswerkzeugen halte ich die Begattung in der Luft für geradezu unmöglich.

So viel zur Rechtfertigung Smeathman's gegenüber den Bedenken und der abweichenden Auffassung der »wissenschaftlichen Zoologie«. Seine Darstellung des geschlechtlichen Lebens der Termiten scheint mir, soweit ich nach den in Hagen's Monographie gesammelten Thatsachen und nach eigenen Erfahrungen urtheilen kann, durchaus richtig zu sein; allein sie ist, wenn auch nicht für den von Smeathman beobachteten Termes bellicosus, so doch für manche andere Arten unvollständig. Es finden darin die »Nymphen mit kurzen Flügelscheiden« (oder besser Flügelansätzen[2]) keine Berücksichtigung.

---

1) Nur Ménétriès erzählt in einem wunderlich aus Wahrem und Falschem gemischten Berichte (Linn. entomol. S. 116), dass diese Spaziergänge mit der Begattung enden. Ich glaube diese Angabe ebenso bezweifeln zu dürfen, wie dass die Termiten der Serra da Mantiqueira Bäume entlauben, um die Blätter in ihr Nest zu tragen (wahrscheinlich Verwechslung mit Ameisen der Gattung Oecodoma), dass die Männchen dieser Termiten kräftigere Mandibeln haben als die Weibchen, dass die Weibchen gleich in den ersten zwei bis drei Tagen nach der Heimkehr ihre (bei anderen Arten um diese Zeit ganz unreifen) Eier ablegen und dann aus dem Neste geworfen werden, dass irgendwo in Brasilien gebratene Mandiocwurzel die Hauptnahrung der Bewohner bildet, u. s. w. — Ménétriès fand während eines fünfjährigen Aufenthaltes in verschiedenen Provinzen Brasiliens, die wahrscheinlich sämmtlich termitenreicher sind, als unsere Santa Catharina, »nie Termiten in wirklichen Urwäldern«. In meinem eigenen Urwalde leben über ein Dutzend Arten.

2) Der Name Flügelscheiden passt eigentlich überhaupt nur für die ältesten Nymphen, aus deren Flügelansätzen bei der nächsten Häutung wirkliche Flügel

Schon früher mehrfach beobachtet, sind diese Thiere zuerst von Lespès ausführlicher besprochen worden. Derselbe unterschied unter den Nymphen des Termes lucifugus, den er bei Bordeaux beobachtete, zwei verschiedene Formen. Die »Nymphen der ersten Form« sind lebhafter, schlanker und haben lange, breite, den vorderen Theil des Hinterleibes ganz bedeckende Flügelansätze, sie beginnen Anfangs Mai sich zu färben und verwandeln sich zwischen 15. und 20. Mai in geflügelte Thiere. Die »Nymphen der zweiten Form« sind weit seltener; sie sind dicker, schwerfälliger und haben kurze, schmale, seitlich gelegene Flügelansätze. Im Februar, als Lespès sie zuerst fand, hatten diese Nymphen dieselbe Grösse, wie die übrigen (6—7 Mm.); später wurden sie grösser (8—10 Mm.); aber der Hinterleib allein wuchs, besonders beträchtlich bei den Weibchen. Dann bedecken die Rückenschilder nicht mehr die Seiten und werden selbst oben durch weiche Haut getrennt. Dieser Anschwellung des Hinterleibes entspricht eine stärkere Entwicklung der Geschlechtstheile. Bei den weiblichen Nymphen der ersten Form hatte kurz vor der letzten Häutung jeder Eierstock etwa 12 Röhren, von denen aber nur zwei oder drei unreife Eier enthielten; dagegen fanden sich bei der zweiten Form bis 56 Röhren, in denen bei älteren Nymphen die Eier sichtbar wurden. Auch die Hoden waren bei der zweiten Form viel mehr entwickelt. — Die Nymphen der zweiten Form überleben die Verwandlung und das Schwärmen der übrigen und wachsen als Nymphen fort. Erst im Juli beginnen sie sich etwas zu bräunen; sie wurden um diese Zeit immer seltener. —

Leider reichen die Beobachtungen von Lespès nur bis zu dieser Jahreszeit. Er vermuthet, dass die Nymphen der zweiten Form sich im August in geflügelte Männchen und Weibchen verwandeln und schwärmen, und dass aus ihnen König und Königin hervorgehen, während er kleinere Pärchen flügelloser Männchen und Weibchen, die er einigemal in den Nestern von Termes lucifugus fand und als »petit roi« und »petit reine« bezeichnet, von den Nymphen der ersten Form ableitete. Diese Annahme stützt sich einzig darauf, dass die Entwicklung der inneren Geschlechtstheile bei König und Königin sich zu der

herausgezogen werden; er ist ganz unpassend in Fällen, wo es gar nicht zur Bildung von Flügeln kommt. So darf man allerdings mit Hagen (Linn. ent. XIV. S. 126) »die Soldatennymphen mit kurzen Flügelscheiden als sehr unverbürgt« aus der Formenreihe der Termiten streichen; wohl aber giebt es Soldaten mit Flügelansätzen, aus denen sich »Flügel entwickeln müssten, wenn nicht überhaupt die Soldaten flügellos blieben« (Hagen, a. a. O. S. 102). So die von Hagen beschriebenen Soldaten des Termes (Termopsis?) occidentis Walker und die des Calotermes Smeathmani, m.

Tollin u. A. [1]). Das Ziel dieser Spaziergänge ist wahrscheinlich ein Nest ihrer Art als neue Heimat.

Die angebliche Begattung in der Luft würde ich mit Stillschweigen übergehen, wenn nicht Azara und Rengger, welche dieselbe in Paraguay gesehen haben wollen, mit Recht den Ruf guter und zuverlässiger Beobachter genössen. Für die Termiten haben sie freilich diesen Ruf nicht gerechtfertigt; Azara schreibt den Termiten sechs Flügel zu, — Rengger will den Boden Viertelstunden weit von männlichen Termiten oder wenigstens von deren Flügeln bedeckt gesehen haben. Leider sagt er ebenso wenig, woran er die Flügel als männliche erkannte, als in welcher Weise die Begattung in der Luft vor sich ging. Vermuthlich haben Beide nichts weiter gesehen, als was auch der dritte Beobachter der Termiten Paraguays, Rosenschöld, berichtet, dass nämlich aus den dichten Schwärmen einer dortigen Art die Thiere paarweise niederfallen, um dann die eben erwähnten Spaziergänge zu beginnen. Bei dem dürftigen Flugvermögen der Termiten und bei dem Mangel von Begattungswerkzeugen halte ich die Begattung in der Luft für geradezu unmöglich.

So viel zur Rechtfertigung Smeathman's gegenüber den Bedenken und der abweichenden Auffassung der »wissenschaftlichen Zoologie«. Seine Darstellung des geschlechtlichen Lebens der Termiten scheint mir, soweit ich nach den in Hagen's Monographie gesammelten Thatsachen und nach eigenen Erfahrungen urtheilen kann, durchaus richtig zu sein; allein sie ist, wenn auch nicht für den von Smeathman beobachteten Termes bellicosus, so doch für manche andere Arten unvollständig. Es finden darin die »Nymphen mit kurzen Flügelscheiden« (oder besser Flügelansätzen [2]) keine Berücksichtigung.

---

[1]) Nur Ménétriès erzählt in einem wunderlich aus Wahrem und Falschem gemischten Berichte (Linn. entomol. S. 116), dass diese Spaziergänge mit der Begattung enden. Ich glaube diese Angabe ebenso bezweifeln zu dürfen, wie dass die Termiten der Serra da Mantiqueira Bäume entlauben, um die Blätter in ihr Nest zu tragen (wahrscheinlich Verwechslung mit Ameisen der Gattung Oecodoma), dass die Männchen dieser Termiten kräftigere Mandibeln haben als die Weibchen, dass die Weibchen gleich in den ersten zwei bis drei Tagen nach der Heimkehr ihre (bei anderen Arten um diese Zeit ganz unreifen) Eier ablegen und dann aus dem Neste geworfen werden, dass irgendwo in Brasilien gebratene Mandiocwurzel die Hauptnahrung der Bewohner bildet, u. s. w. — Ménétriès fand während eines fünfjährigen Aufenthaltes in verschiedenen Provinzen Brasiliens, die wahrscheinlich sämmtlich termitenreicher sind, als unsere Santa Catharina, »nie Termiten in wirklichen Urwäldern«. In meinem eigenen Urwalde leben über ein Dutzend Arten.

[2]) Der Name Flügelscheiden passt eigentlich überhaupt nur für die ältesten Nymphen, aus deren Flügelansätzen bei der nächsten Häutung wirkliche Flügel

Schon früher mehrfach beobachtet, sind diese Thiere zuerst von Lespès ausführlicher besprochen worden. Derselbe unterschied unter den Nymphen des Termes lucifugus, den er bei Bordeaux beobachtete, zwei verschiedene Formen. Die »Nymphen der ersten Form« sind lebhafter, schlanker und haben lange, breite, den vorderen Theil des Hinterleibes ganz bedeckende Flügelansätze, sie beginnen Anfangs Mai sich zu färben und verwandeln sich zwischen 15. und 20. Mai in geflügelte Thiere. Die »Nymphen der zweiten Form« sind weit seltener; sie sind dicker, schwerfälliger und haben kurze, schmale, seitlich gelegene Flügelansätze. Im Februar, als Lespès sie zuerst fand, hatten diese Nymphen dieselbe Grösse, wie die übrigen (6—7 Mm.); später wurden sie grösser (8—10 Mm.); aber der Hinterleib allein wuchs, besonders beträchtlich bei den Weibchen. Dann bedecken die Rückenschilder nicht mehr die Seiten und werden selbst oben durch weiche Haut getrennt. Dieser Anschwellung des Hinterleibes entspricht eine stärkere Entwicklung der Geschlechtstheile. Bei den weiblichen Nymphen der ersten Form hatte kurz vor der letzten Häutung jeder Eierstock etwa 12 Röhren, von denen aber nur zwei oder drei unreife Eier enthielten; dagegen fanden sich bei der zweiten Form bis 56 Röhren, in denen bei älteren Nymphen die Eier sichtbar wurden. Auch die Hoden waren bei der zweiten Form viel mehr entwickelt. — Die Nymphen der zweiten Form überleben die Verwandlung und das Schwärmen der übrigen und wachsen als Nymphen fort. Erst im Juli beginnen sie sich etwas zu bräunen; sie wurden um diese Zeit immer seltener. —

Leider reichen die Beobachtungen von Lespès nur bis zu dieser Jahreszeit. Er vermuthet, dass die Nymphen der zweiten Form sich im August in geflügelte Männchen und Weibchen verwandeln und schwärmen, und dass aus ihnen König und Königin hervorgehen, während er kleinere Pärchen flügelloser Männchen und Weibchen, die er einigemal in den Nestern von Termes lucifugus fand und als »petit roi« und »petit reine« bezeichnet, von den Nymphen der ersten Form ableitete. Diese Annahme stützt sich einzig darauf, dass die Entwicklung der inneren Geschlechtstheile bei König und Königin sich zu der

herausgezogen werden; er ist ganz unpassend in Fällen, wo es gar nicht zur Bildung von Flügeln kommt. So darf man allerdings mit Hagen (Linn. ent. XIV. S. 126) »die Soldatennymphen mit kurzen Flügelscheiden als sehr unverbürgt« aus der Formenreihe der Termiten streichen; wohl aber giebt es Soldaten mit Flügelansätzen, aus denen sich »Flügel entwickeln müssten, wenn nicht überhaupt die Soldaten flügellos blieben« (Hagen, a. a. O. S. 102). So die von Hagen beschriebenen Soldaten des Termes (Termopsis?) occidentis Walker und die des Calotermes Smeathmani, m.

bei den Nymphen der zweiten Form etwa ebenso verhielt, wie die bei »petit roi« und »petit reine« zu der bei den Nymphen der ersten Form. Diese verschiedene Grösse und diese verschiedene Entwicklung der Geschlechtstheile bei den von Lespès gefangenen Königen und Königinnen dürfte jedoch einfach daraus zu erklären sein, dass dieselben verschiedenen Jahrgängen angehörten. —

Schon Hagen hat gegen die Annahme von Lespès geltend gemacht, »dass alle bis jetzt untersuchten Könige und Königinnen die Flügelschuppe genau von der Form und Grösse der Imago zeigen, eine Entwicklung, welche mit den kleinen rudimentären Flügelscheiden jener Nymphen durchaus nicht in Einklang zu bringen ist. Auch der etwaige Gedanke, dass jene Nymphen bei ihrer letzten Häutung aus den rudimentären Scheiden nur Flügelschuppen herauszögen, scheint unpassend, und um so mehr, als die Schuppen eines Königspaares stets deutlich die Abbruchsstelle des Flügels zeigen. Uebrigens ist der Prothorax der Königin niemals von dem der Imago in der Form verschieden«[1]), während die Nymphen der zweiten Form sich durch breiteren Prothorax auszeichneten.

Als im Juli die Nymphen der zweiten Form sich zu bräunen begannen, als somit ihre letzte Häutung, falls sie eine solche überhaupt noch zu bestehen hatten, nahe bevorstand, waren ihre Flügelansätze noch so winzig, dass sich in ihnen unmöglich Flügel ausbilden konnten, wie sie die im Mai schwärmenden Thiere besitzen. Und selbst, wenn sie solche Flügel bekämen, würden sie mit ihrem dicken Hinterleibe nicht fliegen können, wie wohl Jeder, der lebende Termiten gesehen, zugestehen wird. Es mag hierbei darauf hingewiesen werden, dass Bobe-Moreau, der lange Jahre hindurch den Termiten in und um Rochefort seine Aufmerksamkeit schenkte (seine Beobachtungen begannen 1797, sein »Mémoire sur les Termites observés à Rochefort etc.« erschien 1843), ebenfalls nach der Schwärmzeit noch »verspätete Nymphen« antraf, von denen er vermuthet, dass sie ohne weitere Verwandlung untergehen, da in Rochefort nie ein zweiter Ausflug beobachtet wurde. Hagen hält es für sicher, dass Bobe-Moreau und Lespès dieselbe Art untersucht haben, während Lespès glaubt, dass der Termes lucifugus von Bordeaux von der Rochefort-Termite verschieden sei. Wie dem auch sei, es scheint mir kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass auch in Bordeaux ein zweiter Ausflug aus den Nymphen der zweiten Form hervorgegangener Männchen und Weibchen nicht stattfinde, dass vielmehr diese Nymphen flügellos bleiben und die ihr

[1]) Hagen, a. a. O. XII. S. 19.

Nest verlassen, in welchem sie unter Umständen zu zeugungsfähigen Männchen und eierlegenden Weibchen sich entwickeln.

Derlei nymphenähnliche geschlechtsreife Thiere sind bereits bei mehreren Arten beobachtet und gewöhnlich als Königinnen beschrieben worden. So bildete Joly eine Königin von Termes lucifugus ohne Flügelschuppen ab und Lespès berichtet, dass Joly ihm nochmals versichert, dieselbe sei ohne Spur von Flügelschuppen gewesen. Auch das von Burmeister als Königin beschriebene Weibchen von Termes flavipes war flügellos und Hagen, der dasselbe Thier untersuchte, fand darin »ein dem Habitus nach einer Königin sehr ähnliches Thier mit den kurzen Flügelscheiden einer Nymphe«. Ebenso ist Bates' Königin von Termes arenarius nach Hagen »eine Nymphe mit unentwickelten Flügelscheiden«[1]. Ferner ziehe ich hierher ein im British Museum befindliches (von Walker unter Termes lucifugus beschriebenes) Stück von Calotermes flavicollis, »eine Nymphe mit kurzen Flügelscheiden, einer Imago, welche die Flügel verloren hat, täuschend ähnlich. Die völlig schwarze Färbung, der blank polirte Kopf, Thorax und Leib schliessen die Idee einer nochmaligen Häutung aus«[2].

Es treten also bei gewissen Termiten-Arten die Männchen und Weibchen unter zwei verschiedenen Formen auf. Die einen aus den »Nymphen der ersten Form« hervorgehend, erhalten Flügel und verlassen in Schwärmen ihren Geburtsort. Nur sehr wenigen Glücklichen unter ihnen gelingt es, später als König und Königin einen erledigten Thron zu besteigen. Die anderen, die geschlechtsreif gewordenen »Nymphen der zweiten Form« sehen nie das Licht des Tages; sie bleiben flügellos und verlassen nie das Nest, in dem sie aufgewachsen sind[3].

Welche Bedeutung hat nun für die Erhaltung und das Gedeihen der Art jede dieser beiden Formen? — Ein grösserer Termitenstaat entsendet jährlich Hunderttausende geflügelter Männchen und Weibchen, um alle zwei, drei oder vier Jahre ein einziges Königspaar zurücker-

[1]) Briefliche Mittheilung vom 2. Januar 1872.

[2]) Hagen, a. a. O. XII. S. 20 und S. 59.

[3]) Hagen schreibt mir, dass alle Königinnen (von Termes bellicosus, dives, obesus, gilvus), die er bis jetzt aus Asien und Africa sah, wirkliche Imagos sind mit dem Flügelstummel, von dem der Flügel abgebrochen — dagegen alle Königinnen, die er aus Brasilien und überhaupt aus America gesehen (von Termes flavipes, morio (?), similis (?), arenarius), offenbar Nymphen waren. So auffallend diese Thatsache scheinen mag, wäre es voreilig, daraus schon jetzt schliessen zu wollen, dass im Vorkommen der beiderlei Formen ein Unterschied zwischen der alten und der neuen Welt bestehe. Ich habe hier wohl über hundert wirkliche Königinnen gesehen, — mehr als Hagen aus Asien und Africa, ehe ich zum ersten Male nymphenähnliche Weibchen traf.

halten zu können; so bedeutend sind die Verheerungen, die alle möglichen Insectenfresser, vom Menschen bis zur Ameise, unter diesen ganz wehrlosen Thieren anrichten, so bedeutend die Schwierigkeiten, nachdem Braut und Bräutigam sich gefunden, ein Nest zu erreichen, in welchem ein Königspaar verlangt wird. Wäre es nicht einfacher und sicherer, alle Männchen und Weibchen wohlbehütet daheim zu behalten? Welche Arbeit würden die Termiten sparen, wenn sie nicht Jahr für Jahr jene wolkenartigen Schwärme geflügelter Thiere aufzuziehen hätten, wie sie den grossen Hügelnestern entsteigen [1])! Ist es nicht auffallend, dass bei allen Arten, wo dieselbe überhaupt besteht, jene so viel einfachere und sichrere, so viel Arbeit ersparende Weise der Fortpflanzung durch nymphenähnliche Männchen und Weibchen nicht längst auf dem Wege der natürlichen Auslese die andere von so viel Gefahren bedrohte durch ausfliegende Schwärme völlig verdrängt hat, nicht längst zur einzigen geworden ist? Und doch scheinen die daheim bleibenden Männchen und Weibchen nur als seltener Nothbehelf zu dienen für den Fall, dass einmal andere nicht zu erlangen sind.

Wo immer man auf derartige Fragen stösst, darf man sich getrost an Darwin wenden und bei ihm den Schlüssel zu deren Lösung zu finden hoffen. Wer nach eigener Beschäftigung mit dem Gegenstande die volle Tragweite der im 17. Capitel seines Werkes: »The Variation of animals and plants under domestication« zusammengestellten Thatsachen zu würdigen weiss, wird kaum Bedenken tragen, zuzugestehen, dass durch dieselben das Gesetz wenn nicht bewiesen, so doch im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht wird, mit welchem Darwin dieses Capitel schliesst: »that the crossing of animals and plants which are not closely related to each other is highly beneficial or even necessary, and that interbreeding prolonged during many generations is highly injurious«.

Nun besitzt bei der Mehrzahl der Termiten-Arten, deren gesellschaftliche Verhältnisse man kennt, jedes Volk (mit seltenen Ausnahmen) ein einziges Königspaar oder auch wohl bisweilen einen einzigen König mit zwei Gemahlinnen. Somit sind sämmtliche in dem Stocke auf-

---

[1]) Man hat von der Anlage neuer Staaten durch die ausschwärmenden Männchen und Weibchen gesprochen (Rengger, Tollin, u. A.) und könnte meinen, dass deshalb das Schwärmen unentbehrlich sei. Den Männchen und Weibchen von Calotermes will ich die Fähigkeit nicht geradezu absprechen, auf eigne Hand weiter zu leben und eine neue Ansiedlung zu beginnen. Bei allen Arten von Termes, Eutermes, Anoplotermes, deren Lebensweise ich einigermassen kenne, würde ein geflügeltes Pärchen die Begründung eines neuen Staates mit genau demselben Erfolge unternehmen, wie ein Paar neugeborener Kinder, die man auf einer wüsten Insel ausgesetzt hätte.

wachsende Männchen und Weibchen Geschwister. Die ausschliessliche Fortpflanzung durch eingeborene Männchen und Weibchen würde zur engsten Inzucht führen. Bei dem Schwärmen können sich Männchen und Weibchen aus verschiedenen Stöcken zusammenfinden, deren Verbindung hier wie sonst eine kräftigere Nachkommenschaft liefern wird. Bei der massenhaften Vertilgung durch zahlreiche Feinde, welcher die schwärmenden Termiten ausgesetzt sind, wird es trotz ihrer Unzahl geschehen können, dass ein Volk seinen Thron nicht rechtzeitig mit einem neuen Königspaare zu besetzen vermag. In diesem Nothfalle treten dann als Ersatz die daheim in sicherer Hut gehaltenen nymphenähnlichen Männchen und Weibchen ein und retten das Volk vor dem Aussterben. —

Mit dem Umstande, dass erst dann diese Ersatzmännchen oder Weibchen nöthig werden, wenn nach Ablauf der Schwärmzeit kein wirkliches Königspaar sich gefunden hat, mag die verspätete Entwicklung der »Nymphen der zweiten Form« im Zusammenhang stehen. — Dass, wie LESPÈS berichtet, diese Nymphen der zweiten Form »immer seltener werden, je mehr die Zeit ihrer (nur vermutheten, nicht beobachteten!) Verwandlung herannaht«[1], wäre gewiss höchst befremdlich, wenn dieselben sich wirklich in geflügelte Thiere für einen zweiten Ausflug verwandelten; dagegen erscheint es begreiflich, dass man sie allmälig aussterben (verhungern?) lässt, wenn man sie nicht mehr braucht, oder dass man nur so viele am Leben erhält, als man eben braucht.

In überraschender Weise ähnlich sind diese bei den Termiten bestehenden Verhältnisse dem bei Pflanzen der verschiedensten Familien beobachteten Vorkommen geschlossener (»cleistogamer« KUHN) Blüthen[2]. Wie sich an gewissen Pflanzenstöcken ausser offenen, die Kreuzung verschiedener Stöcke vermittelnden Blüthen andere nie sich öffnende (cleistogame) Blüthen entwickeln, deren Staubgefässe und Stempel stets eingeschlossen bleiben und durch welche die Erhaltung der Art gesichert wird, falls die von der Gunst äusserer Umstände abhängige Fortpflanzung durch offene Blüthen unterbleibt, so entwickeln sich in gewissen Termitenstöcken ausser den ausschwärmenden, die Kreuzung verschiedener Stöcke vermittelnden Männchen und Weibchen andere, nie ausschwärmende (cleistogame) Männchen und Weibchen, die stets im Stocke eingeschlossen bleiben und durch welche die Erhaltung der Art

---

1) HAGEN's Bericht über die Arbeit von Lespès, a. a. O. XII, S. 347.

2) Vergl. HILDEBRAND, die Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen. 1867. S. 78. SEVERIN AXELL, Om anordningarna for de fanerogama växternas befruktning. 1869. S. 10 u. S. 76.

gesichert wird, falls die von der Gunst äusserer Umstände abhängige Fortpflanzung durch ausschwärmende Männchen und Weibchen unterbleibt. Wie die cleistogamen Blüthen mancher Pflanzen jüngeren Knospen der offenen Blüthen, so sind die cleistogamen Männchen und Weibchen der Termiten Jugendzuständen der ausschwärmenden ähnlich; dort bleiben die Blumenblätter, hier die Flügel auf einer niederen Entwicklungsstufe stehen. Der verschwenderischen Erzeugung von Blüthenstaub in offenen Blüthen entspricht die verschwenderische Erzeugung geflügelter Männchen und Weibchen, wie die geringe Zahl der Nymphen mit kurzen Flügelansätzen dem spärlicheren Blüthenstaube cleistogamer Blüthen. Wie beim Veilchen die cleistogamen Blüthen später als die offenen, so entwickeln sich bei Termes lucifugus die Nymphen der zweiten Form später als die der ersten. Wie man in Frankreich an der ausländischen Leersia orizoides bis jetzt nur Fortpflanzung durch cleistogame Blüthen beobachtete, so hat man im Garten zu Schönbrunnen bis jetzt nur ein cleistogames Weibchen des ausländischen Termes flavipes gefunden, — wahrscheinlich weil in beiden Fällen im fremden Lande die äusseren Umstände der gewöhnlichen Fortpflanzungsweise nicht günstig sind.

Die im Vorstehenden entwickelte Ansicht über die »Nymphen mit kurzen Flügelscheiden« hatte ich mir nach den in Hagen's Monographie niedergelegten Thatsachen gebildet und in Briefen ausgesprochen, lange bevor ich selbst Gelegenheit hatte, solche Thiere zu sehen. Leider entbehrte gerade der eigentliche Kern dieser Ansicht der thatsächlichen Begründung; es mangelte der Nachweis, dass wirklich die cleistogamen Ersatzmännchen und Weibchen die Fortpflanzung der Art übernehmen in Fällen, wo König oder Königin im Stocke fehlen. Man wird begreifen, mit welch freudiger Ueberraschung ich einen Fund begrüsste, der mir jetzt diesen Nachweis zu liefern gestattet.

Ich hatte (am 11. Nov.) aus einem morschen Gissara-Stuken den festen Kern eines Eutermes-Nestes mit heimgebracht, der ungefähr Grösse und Gestalt eines Hühnereies hatte. Um den Kern waren ansehnliche Eiermassen angehäuft und so erwartete ich darin wie gewöhnlich ein Königspaar anzutreffen. Allein statt in seiner Mitte ein grösseres königliches Zimmer zu umschliessen, war der ganze Kern wie ein Schwamm von unregelmässigen Gängen durchzogen und in diesen Gängen sassen, hier und da zu fünf bis sechs dicht zusammengedrängt, nicht weniger als einunddreissig (31) Ersatzweibchen mit kurzen Flügelansätzen (Fig. 1), 6 bis 8 Mm. lang, und zwischen ihnen spazierte ein einziger König von ungefähr gleicher Grösse herum, und zwar ein wirklicher König mit grossen schwarzen Augen und Flügelschuppen, von denen

die Flügel abgebrochen waren. Eine Königin fehlte. Statt eines Königspalastes, in welchem ein König mit seiner ebenbürtigen Gemahlin in keuscher Ehe lebte, hatte ich also ein Harem vor mir, in dem ein Sultan mit zahlreichen Buhlen sich vergnügte [1]).

Im Laufe eines Tages legten diese Ersatzweibchen eine ziemliche Anzahl von Eiern, die von den Arbeitern in kleine Häufchen zusammengetragen wurden. Man sah an ihrem Hinterleibe dieselben wellenförmigen Zusammenziehungen wie bei Königinnen und bei mehreren war ich Zeuge von dem Austritt eines Eies.

Die Farbe dieser Weibchen mit kurzen Flügelansätzen ist ein lichtes Braun, wodurch sie ebenso von den blassen, fast farblosen Arbeitern, wie von dem weit dunkleren König abstechen. Im Ganzen sehen sie den Arbeitern ziemlich ähnlich, ähnlicher als einer der anderen Formen ihrer Art; nur sind sie doppelt so gross. Die Flügelansätze sind bei den meisten zu klein, um bei oberflächlicher Betrachtung in die Augen zu fallen. Der Hinterleib, nur mässig angeschwollen, hat etwa dieselbe eiförmige Gestalt und steht etwa in demselben Verhältniss zur Gesammtlänge wie der des Arbeiters. Namentlich aber ist die Aehnlichkeit des Kopfes (Fig. 2) auffallend; die »hellen, sich kreuzenden Linien«, die den Kopf der Eutermes-Arbeiter auszuzeichnen pflegen [2]), sind bei den meisten kaum minder deutlich, als bei den Arbeitern. Die Fühler haben, wie die der Arbeiter, 14 Glieder, während die Soldaten 13, die geflügelten Thiere 15 Fühlerglieder besitzen. Man könnte den Kopf für den eines Arbeiters halten, fänden sich nicht kleine runde Netzaugen, die sich indessen kaum über ihre Umgebung erheben und kaum etwas dunkler als diese gefärbt sind. Nebenaugen habe ich nicht bemerkt.

---

1) Vermuthlich hat schon Bofinet eine ähnliche Gesellschaft von Ersatzweibchen von Termes lucifugus gesehen; es waren ihrer sieben, mitten in einem Balken. Sie waren 8 bis 10 Mm. lang, beinahe weiss oder sehr hellroth. In ihrer Nähe fanden sich mehrere Eierhaufen und sehr zahlreiche Larven, »genug, um damit ein Liter zu füllen«. (Vergl. Hagen's Bericht, a. a. O. X, S. 130.) Termes lucifugus hat sonst, nach Lespès, nur ein einziges Königspaar. Auch die helle Farbe der von Bofinet gefundenen Weibchen passt nicht zu wirklichen Königinnen. — Wenn Hagen vermuthet (a. a. O. XII, S. 177), dass Lespès möglicherweise gar keine Königinnen, sondern nur grosse Nymphen der zweiten Form gesehen habe, so widerspricht dem die ausdrückliche und Joly gegenüber besonders betonte Versicherung von Lespès (a. a. O. XII, S. 232), dass bei seinen Königinnen stets die Flügelschuppen vorhanden waren. In den verschiedenen Grössenangaben bei Bofinet, Joly und Lespès kann ich keine Schwierigkeit erblicken, da ja die Weibchen nur ganz allmälig von der Grösse der Imago zu jenem fabelhaften Umfange heranwachsen, der die Königinnen der Termiten so berühmt gemacht hat, und also in allen dazwischen liegenden Grössen gefunden werden können.

2) Hagen, a. a. O. XII, S. 187.

Der Prothorax erinnert dadurch an den der Arbeiter, dass er einen queren sattelförmigen Eindruck hat, welcher einen vorderen Lappen absondert; doch ist bei den Arbeitern dieser vordere Lappen sehr gross, steil aufgerichtet und in der Mitte seines Vorderrandes seicht eingekerbt; bei den Ersatzweibchen ist er nur klein, sanft aufsteigend und einfach abgerundet. Die Grösse des vorderen Lappens wechselt übrigens; bei einigen wenigen Stücken war er durch einen schmalen Saum ersetzt, und dann ähnelte der Prothorax dem des Königs. Die Flügelansätze nehmen die ganzen seitlichen Ränder des Meso- und Metathorax ein; meist (Fig. 1 A) sind sie kaum halb so lang, als diese Leibesringe breit und bilden dann dreieckige wagerecht nach aussen gerichtete Vorsprünge, deren Hinterrand ziemlich gerade nach aussen, deren Vorderrand schief nach hinten läuft. Bei sehr wenigen Stücken (Fig. 1 B) sind die Flügelansätze bedeutend grösser; auch Meso- und Metathorax sind in diesem Falle stärker entwickelt; die schief nach hinten gerichteten Flügelansätze reichen etwa bis zur Mitte des zweiten Rückenschildes des Hinterleibes; die vorderen Flügelansätze bedecken den Vorderrand der hinteren. — Die Bauchschilder sind wie bei den geflügelten Weibchen gebildet.

Die inneren Geschlechtstheile (Fig. 3) sind von denen der geflügelten Weibchen fast nur dadurch verschieden, dass sie reife Eier enthalten. Jeder Eierstock pflegt deren etwa ein halbes Dutzend zu haben. Die Eiröhren, etwa ein Dutzend für jeden Eierstock (die Zahl scheint ziemlich unbeständig zu sein), sitzen wie bei den geflügelten Weibchen büschelförmig am Ende der kurzen Eileiter, während bei der ausgewachsenen Königin jeder Eierstock ein langes Rohr bildet, das in ganzer Länger ingsum dicht mit überaus zahlreichen Eiröhren besetzt ist. Samentasche und Kittdrüse haben die gewöhnliche Form.

Eine 19 Mm. lange Königin, die mir eben zur Hand ist, wiegt etwa 0,2 Gramm; ebensoviel wiegen 15 der Ersatzweibchen. Die Eierstöcke der sämmtlichen 31 Ersatzweibchen dürften zusammen kaum so viel wiegen und kaum so viel Eier liefern, als die einer einzigen älteren Königin.

Da Lespès und Hagen auch männliche Nymphen mit kurzen Flügelansätzen trafen, so wird wahrscheinlich der König ebenso durch Ersatzmännchen vertreten werden können, wie die Königin durch Ersatzweibchen. Ob in einem Neste gleichzeitig für beide Geschlechter eine solche Vertretung stattfinden könne, — ob aus den von Ersatzweibchen gelegten oder durch Ersatzmännchen befruchteten Eiern alle Formen hervorgehen, die das Termitenvolk zusammensetzen, oder etwa nur Arbeiter und Soldaten, ob von allen Arten und in allen Stöcken regelmässig jedes Jahr Nymphen mit kurzen Flügelansätzen erzeugt werden,

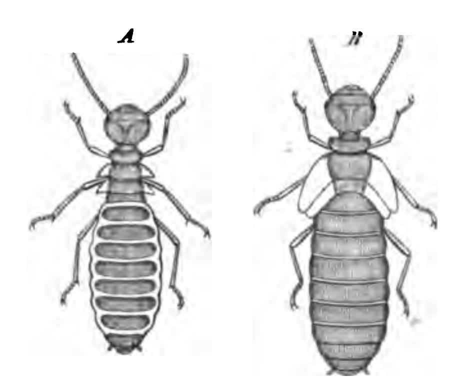


Fig. 1.

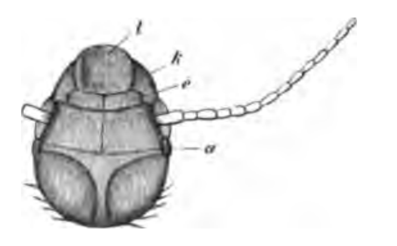


Fig. 2.

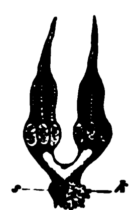


Fig. 3.

Fig. 1. Zwei Ersatzweibchen von Termes lucifugus. *A* Die gewöhnliche Form mit kurzen Flügelansätzen. *B* Die seltenere Form mit längeren Flügelansätzen.

Fig. 2. Kopf eines Ersatzweibchens. *a* Die beiden kleinen Netzaugen. *l* Die Oberlippe. *k* Die Oberkiefer.

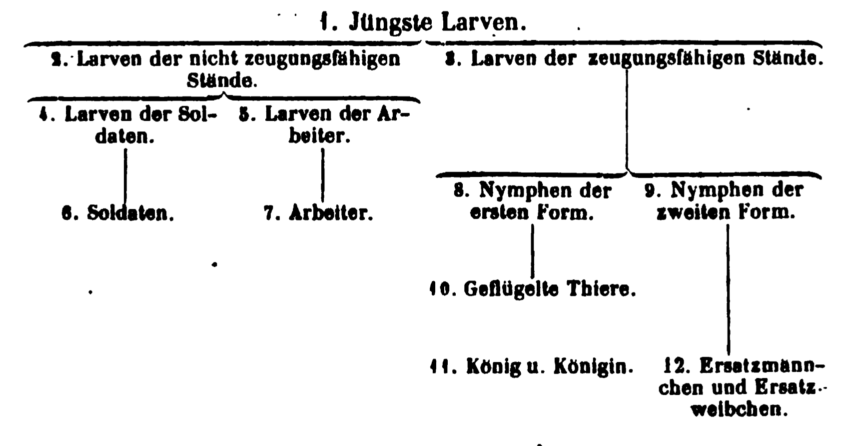
Fig. 3. Geschlechtstheile eines Ersatzweibchens. *s* Samentasche. *k* Kittdrüse.

— das sind Fragen, auf die ich für jetzt selbst nicht mit Vermuthungen antworten mag und deren vollständige Lösung Jahre lang fortgesetzte Beobachtungen erfordern dürfte.

Anhang.

Uebersicht der im Termitenstaate vorkommenden Formen.

Die jüngsten Larven der verschiedenen Stände fanden Bates, Lespès und auch ich ununterscheidbar ähnlich. Ziemlich früh, noch bevor sie die halbe Länge der erwachsenen Arbeiter erreichen, scheiden sich, durch die erste Andeutung der Flügelansätze, die Larven der später zeugungsfähig werdenden Thiere von denen der Soldaten und Arbeiter, welche letzteren bei Termes saliens und anderen auch an ihrem dickeren Kopfe kenntlich sind. Erst kurz vor der letzten Häutung sind die Larven der Soldaten von denen der Arbeiter zu unterscheiden, so verschieden auch beide im erwachsenen Zustande sein mögen. Eine bis jetzt vereinzelte Ausnahme bildet der von Bofinet beobachtete Soldat, der so klein war, dass er als solcher das Ei verlassen zu haben schien. — Sehen wir ab von den Geschlechtsverschiedenheiten und von den zweifachen Formen der Arbeiter oder Soldaten, die bei einigen Arten vorzukommen scheinen, so erhalten wir also für die Gattungen Termes und Eutermes folgende Uebersicht der im Termitenstaate vorkommenden Formen:



Itajahy, im November 1872.

Vorläufige Mittheilungen über Cölenteraten.

Von

G. von Koch.

Hierzu Tafel XXIII.

Diese Mittheilungen sind Bruchstücke einer grösseren Arbeit über Cölenteraten und bestehen aus zwei Theilen. Der erste handelt von dem Verhältniss der Medusen zu den Hydroiden, der andre ist eine Notiz über die Entstehung der Eier bei einigen Cölenteraten.

I. Ueber das Verhältniss der Medusen zu den Hydroiden.

Das Verhältniss der Medusen zu den Hydroiden hat seit der Entdeckung, dass viele Hydroiden durch Knospung Medusen erzeugen, viele Naturforscher beschäftigt, ohne bis jetzt vollkommen klar geworden zu sein. Ich will daher versuchen, dasselbe im Lichte der Descendenztheorie zu betrachten und soweit mir möglich zu erklären. —

Fs sind in dieser Frage vorerst zwei mögliche Fälle zu unterscheiden: 1. die Medusen sind das Ursprüngliche und die Hydroiden sind deshalb nur als Jugendformen, die sich durch selbständige Anpassung verschieden differenzirt haben, aufzufassen, 2. die Hydroidpolypen sind das Ursprüngliche und die Medusen sind von ihnen abzuleiten. —

Der erste Fall, welcher sich auch folgendermassen aussprechen lässt: die Hydrasmedusen stammen von einer medusenähnlichen Grundform ab, bietet verschiedene Schwierigkeiten. Zu diesen gehört vor allen die Thatsache, dass die Medusen sich schwer mit anderen Thierclassen direct verknüpfen lassen, während die einfacheren Hydroiden sehr nahe Beziehungen zu den Schwämmen und Korallen zeigen und

man, besonders seit der genaueren Untersuchung der Kalkschwämme kaum mehr an deren naher Verwandtschaft zweifeln kann. — Daraus folgt die grössere Wahrscheinlichkeit des zweiten Satzes, dass die Medusen von den Hydroiden abzuleiten seien.

Diese Ableitung kann aber auf zwei verschiedenen Wegen geschehen, man kann annehmen: a. die Medusen sind dadurch entstanden, dass die Geschlechtsorgane der Hydroiden sich differenzirten und zu selbständigen Geschlechtsorganen wurden, b. die Medusen haben sich durch Anpassung an die schwimmende Lebensweise aus Hydroidpersonen entwickelt und die Fortpflanzung (durch Eier) später allein übernommen.

Von diesen beiden Annahmen scheint die erste vielleicht als diejenige, welche die Thatsachen am einfachsten erklärt. Man hat eine Reihe von Hydroiden, von diesen entwickeln einige sich ablösende und dann frei schwimmende Medusen, die anderen nur mehr oder weniger medusenähnliche Knospen, welche die Geschlechtsorgane enthalten. Was liegt da näher als die Erklärung: diese Knospen sind die Geschlechtsorgane und die Medusen sind nichts als weitere Differenzirungen derselben, die sich schliesslich zu selbständigen Personen aufgeschwungen haben? — Aber bei näherer Betrachtung bietet auch diese Theorie doch einige Schwierigkeiten. So lässt sie z. B. die Homologie zwischen Medusen und Hydroidpersonen ganz unerklärt, dann lässt sie sich sehr schwer mit der Thatsache vereinigen, dass die Medusen der verschiedenen Hydroidenfamilien im Allgemeinen ganz gleich gebaut sind, während doch eben in diesen Familien die verschiedensten (und zum Theil sehr einfache) Geschlechtsknospen von den einzelnen Arten erzeugt werden (1). — Der Annahme b. hingegen lassen sich die eben angeführten Einwürfe nicht machen und muss man sie deshalb, wenn sie auch anfangs weniger einfach erscheinen mag, als die wahrscheinlichste ansehen. Ausserdem aber will ich sie noch zu stützen suchen indem ich in Folgendem eine Phylogenie der Hydrasmedusen in ihren Hauptformen construire und nachweise, dass die Entstehung der Medusen aus Hydroidpersonen die bekannten Thatsachen am ungezwungensten erklärt. —

Phylogenie der Hydroiden.

Als Grundform aller Hydroiden haben wir uns eine schlauchförmige Person zu denken, deren Wand aus Ectoderm, Mesoderm und Entoderm zusammengesetzt ist und welche solide Tentakel (2) auf der ganzen äusseren Körperfläche besitzt (3). Diese Grundform, welche sich geschlechtlich durch Eier, die aus Entodermzellen entstehen, fortpflanzt, vermehrt sich ausserdem durch Knospung. Die entstandenen Knospen bleiben entw[illegible] thier verbunden und bilden dann mit diesem

Stöcke, oder sie lösen sich ab (4). Von den abgelösten Personen heften sich einige mit ihrem aboralen Ende an irgend einer Unterlage fest und machen so den Anfang zu einem neuen Stock, andre bleiben im Wasser flottirend (5). Diese letzteren nun passen sich an die schwimmende Lebensweise an und geben so den Ausgangspunct für die Medusen (6). Durch diese Differenzirung erhalten wir in einer Species zwei verschiedene Formen, eine schwimmende und eine festsitzende. Die letztere vermehrt sich hauptsächlich durch Knospung und verliert nach und nach das Vermögen sich geschlechtlich fortzupflanzen, da dafür die schwimmende, bei der eine Inzucht viel schwerer möglich ist, sich viel günstiger zeigt. —

Von diesen Hydroiden mit Medusengeneration, welche wir eben sich entwickeln sehen, kommen nun einige in andere Verhältnisse (7), welche zur Folge haben, dass die, sich zufällig gerade nicht ablösenden Medusen am besten ihre Geschlechtsfunctionen verrichten können. Diese Eigenschaft vererbt sich und wir erhalten so aus den Medusen nach dem Princip der natürlichen Zuchtwahl die medusoiden Geschlechtsgemmen, welche bei einzelnen Arten sich zu scheinbaren Geschlechtsorganen rückgebildet haben.

II. Ueber die Entstehung der Eier bei den Cölenteraten.

Die Frage, welchem der, bei allen höher entwickelten Thieren vorhandenen, zwei ursprünglichen Keimblätter (Entoderm und Ectoderm) die Geschlechtsproducte entstammen, ist, trotz vielfacher Discutirung, noch eine offene. Man kann für jede der beiden Ansichten und ausserdem noch für eine dritte, welche das Mesoderm (dessen Herleitung aus einem der beiden vorigen, oder aus beiden zugleich auch noch ungewiss ist) für den Ursprungsort der Eier hält, eine gleich grosse Anzahl von Autoritäten anführen. Deshalb sei es mir gestattet einige Beobachtungen über die Entstehung der Eier einiger Cölenteraten, einer Thiergruppe, welche gerade in dieser Hinsicht in letzter Zeit vielfach untersucht worden ist[1]), mitzutheilen.

Saccanthus (purpureus) Haime.

Bei Saccanthus finden sich (wie auch Haime bei dem nahe verwandten Cereanthus membranaceus[2]) gesehen und abgebildet hat) die

[1]) Man vergleiche besonders: Häckel, Monographie der Kalkschwämme, I. Band. Biologie. 1872.

[2]) Jules Haime, Mémoire sur le Cerianthe, in den Annales des Sciences naturelles, IV. Serie, Zoologie, Tome I. Paris 1854.

Eier zerstreut im Entoderm der Septa und zwar in den verschiedensten Stufen der Reife. — Untersucht man ein Septum auf dem Querschnitt, so findet man, dass dasselbe nur aus zwei Schichten besteht, einer hyalinen Lamelle und einer diese überkleidenden Zelllage, dem Entoderm. Die Lamelle ist eine Fortsetzung der hyalinen, structurlosen Schicht, welche im ganzen Körper nach aussen auf das Entoderm folgt und dieses von der Muskelschicht trennt. Das Entoderm besteht aus locker verbundenen, leicht von ihrer Unterlage zu trennenden Zellen zwischen denen grosse, eigenthümlich gestaltete Nesselkapseln und wie oben bemerkt die Eier liegen.

Fragt man sich nun, ob bei Saccanthus die Eier aus dem Entoderm oder Ectoderm entstehen, so kann man sich nur für das erstere entscheiden, denn es sprechen dafür 1. die ganz jungen Zustände der Eier, welche mit grösster Wahrscheinlichkeit auf Entodermzellen zurückzuführen sind, 2. die Unmöglichkeit einer Einwanderung derselben aus dem Ectoderm, da dieses durch die hyaline Schicht ganz vom Entoderm abgeschlossen ist und in jener Eier, welche auf der Durchwanderung begriffen sein könnten, nicht vorkommen. Diese Durchwanderung wird auch bei der grossen Festigkeit der hyalinen Schicht sehr unwahrscheinlich und muss man daher hier die Entstehung der Eier aus dem Entoderm als sicher festgestellt annehmen.

Veretillum (cynomorium) Cuv.

Hier ist das Verhältniss ein ganz ähnliches wie bei Saccanthus. Die Eier entstehen wie dort im Entoderm der Septa, aber nicht an den Seitenflächen, sondern am freien Rand derselben. Dadurch wird die Beobachtung der Entwicklung um vieles erleichtert und gelang es mir alle Uebergänge von der einfachen Entodermzelle bis zum, die Grösse eines Stecknadelkopfes erreichenden, Ei aufzufinden, so dass in diesem Falle die Entstehung der Eier aus den Entodermzellen direct bewiesen ist. Ausserdem gelten aber auch hier die oben unter 2 angeführten Gründe.

Coryne (fruticosa et pusilla) Gärtn.

Bei diesen beiden von mir untersuchten Arten von Coryne finden sich die Eier in Geschlechtsknospen. Diese sind von kuglig bis eiförmiger Gestalt, erreichen einen Durchmesser von 0,5 mm. und bestehen aus einer äusseren Hülle und einer inneren strahlig zerfallenen Masse, welche eine, mit der Magenhöhle communicirende Höhlung umschliesst; die äussere Hülle ist eine directe Fortsetzung der Ectodermschicht nebst der Stützmembran, wie durch Querschnitte klar wird, an

denen man den directen Uebergang deutlich wahrnehmen kann. Die strahlige, eine centrale Höhlung umgebende Masse wird von den Eiern gebildet, welche durch gegenseitigen Druck die Form abgestumpfter Pyramiden angenommen haben und sehr deutlich Nucleus, Nucleolus und Nucleolinus, oft auch in letzterem noch ein Pünctchen, erkennen lassen. — Die jungen Gemmen sehen den eben beschriebenen älteren ganz ähnlich, nur sind sie viel kleiner und die Eiermasse wird durch eine einfache Zellschicht ersetzt, die sich direct vom Entoderm der Magenhöhle ableiten lässt. —

Daraus geht hervor, dass auch bei Coryne die Eier aus dem Entoderm entstehen, denn es beweisen dies 1. die directe Beobachtung vom Uebergang des Magenepithels in die spätere Eiermasse, 2. die (ähnlich wie vorhin zu beweisende) Unmöglichkeit, dass die Eier aus dem Ectoderm nach Innen gekommen sein könnten.

Erläuterungen.

1. Die grosse Aehnlichkeit der Medusen nach ihrem ganzen Bau, gegenüber der Verschiedenheit der Gemmen, scheint mir einer der Haupteinwürfe gegen die Annahme a zu sein, wie ich durch folgendes Beispiel zu beweisen suchen will: Man habe (und es giebt deren ja viele) zwei ganz verschiedene Hydroidengattungen α und β, beide besitzen sowohl Arten, die ganz unvollkommene Gemmen, als auch solche, die freie Medusen erzeugen. Nennen wir die ersteren γ, die letzteren μ, so bekommen wir vier Hauptformen $\alpha\gamma$, $\alpha\mu$, $\beta\gamma$, $\beta\mu$.

Sucht man nun dieselben von der Art $\alpha\gamma$ abzuleiten, so erhält man folgende Stammbäume

$\alpha\gamma$ — $\beta\gamma$, $\alpha\mu$ — $\beta\mu$ oder $\alpha\gamma$ — $\beta\gamma$, $\alpha\mu$ — $\beta\mu$

Beide sind sehr unwahrscheinlich, denn wollte man den ersten als richtigen annehmen, so müssten sich aus zwei, nicht einmal gleichen und auf verschiedenen Hydroiden gewachsenen Gemmen in ihrem ganzen Bau übereinstimmende Medusen entwickelt haben. Wollte man den 2. für den wahren halten, so würde man auf ähnliche Schwierigkeiten stossen, indem dann die Gattungsmerkmale von β zwei Mal ganz gleich entstanden sein müssten.

Nehmen wir aber $\alpha\mu$ für die Stammart, so erhalten wir den Stammbaum

$\alpha\mu$
$\alpha\gamma$ $\mu\beta$
$\beta\gamma$

welcher ganz natürlich erscheint, da die unter einander so verschiedenen Gemmen recht gut aus 2 verschiedenen Medusenarten durch Rückbildung entstanden sein können.

2. Die Tentakel sind jedenfalls zuerst als einfache Erhebungen des Ektoderms entstanden um äussere Einflüsse leichter wahrnehmbar zu machen. An diesen Erhebungen betheiligte sich bei ihrer stärkeren Streckung später auch das Entoderm und Mesoderm und sc Tentakelform, wie wir sie bei den meisten heutigen

Hydroiden sehen. Erst bei den grösseren Formen bildete sich eine Höhlung aus, da ohne dieselbe die Ernährungsverhältnisse der Enden sehr langer Tentakel zu ungünstig wurden.

3. Für das über die ganze Oberfläche zerstreute Auftreten der Tentakel bei der Urform der Hydroiden spricht erstens der Umstand, dass diese Stellung die indifferenteste ist, von der man alle übrigen ableiten kann, zweitens die Häufigkeit dieser Stellung bei weniger differenzirten Species.

4. Dieses kann man z. B. bei Hydra noch jetzt sehr gut beobachten, bei den meisten übrigen Hydroiden ist es wegen des Chitinskelettes unmöglich geworden.

5. Das Flottiren im Wasser wird bei den im Meere wohnenden Formen sehr leicht vorkommen können.

6. Der Sprung zwischen einem Hydroiden und einer Meduse ist durchaus nicht so gross, als man vielleicht beim ersten Anblick denkt. Man mache nur z. B. durch eine Tubularia einen Längsschnitt und vergleiche ihn mit einem Radialschnitt durch eine Meduse, so wird man sehen, wie leicht sich beide Formen auf einander zurückführen lassen.

7. Diese können leicht eintreten. wenn die in der Rede stehende Hydroidenform an eine Stelle des Strandes kommt, wo durch Strömungen die sich ablösenden Medusen alle nach dem offenen Meer getrieben werden, ehe sie noch ihre Geschlechtsverrichtungen vollenden können.

Erklärung zu Tafel XXIII.

Fig. 1—3. Veretillum cynomorium. Entwicklung der Eier.

Fig. 4—5. Saccanthus purpureus. 4. Querschnitt eines Septum, 5. Seitenansicht eines solchen. — Von den Buchstaben bedeutet *m* Muskelschicht, *h* hyaline Schicht, *e* Entoderm, *o* Ei, *n* Nesselzellen.

Fig. 6—7. Coryne fruticosa. 6. Schnitt durch eine junge und durch eine reife Knospe, etwas schematisch. 7. Ein Stückchen der Körperwand stärker vergrössert.

Fig. 8—20. Schematische Umrisse, welche die Entwicklung der Hauptformen der Hydroiden darstellen sollen.

Die erste Entwickelung des Geryonideneies.

Von

Hermann Fol, Dr. med.

aus Genf.

Hierzu Tafel XXIV, XXV.

Schon seit längerer Zeit lenkte ich meine Aufmerksamkeit auf die Entwickelung der Coelenteraten, namentlich auf die Entstehungsweise des coelenterischen Apparates. Zwar deuten die meisten früheren Beobachtungen auf eine endogene Bildung der verdauenden Höhle hin; eine Einstülpung an der primitiven Anlage wurde nur ausnahmsweise beobachtet.

Allein es liegen keine genauen, an einem günstigen Objecte gemachten Untersuchungen vor [1]).

Um so willkommener war es mir, als sich im Frühjahr 1871 eine solche Gelegenheit bot. Im Monat Mai erschienen im Hafen von Messina grosse Schwärme der schönen Geryonia fungiformis (Fig. 1 S. 472). Während drei Wochen fanden sie sich an gewissen Tagen ausserordentlich häufig, so dass ich die Entwickelung zu wiederholten Malen verfolgen konnte.

Eine Beschreibung dieser Species brauche ich um so weniger zu machen, als sie im Haeckel'schen Systeme ganz deutlich beschrieben ist [2]). Ueber die Gestalt der reifen Geschlechtsorgane wird die Fig. 1, Seite 472, Aufschluss geben. Ein Zungenkegel fehlt vollkommen.

In den Schwärmen waren Exemplare von allen Grössen durcheinander gemischt, von den jüngsten an, die noch ihre primitiven Tentakeln besassen, bis zu den Erwachsenen, mit 3 bis $3^1/_2$ Zoll Schirmdurchmesser. Die meisten Exemplare, deren Schirm mehr als $1^1/_2$ Zoll

1) Metchnikoff hat zwar im Jahre 1870 eine kurze Notiz von der Entwickelung der Carmarina veröffentlicht (Bullet. Acad. St. Pétersbourg); allein es geben diese Beobachtungen keinen bestimmten Aufschluss über die interessante Frage von der Bildungsweise und den Schicksalen des Ento- und Ectoderms.

2) Beiträge zur Naturgesch. der Hydromedusen. 1865 p. 31.

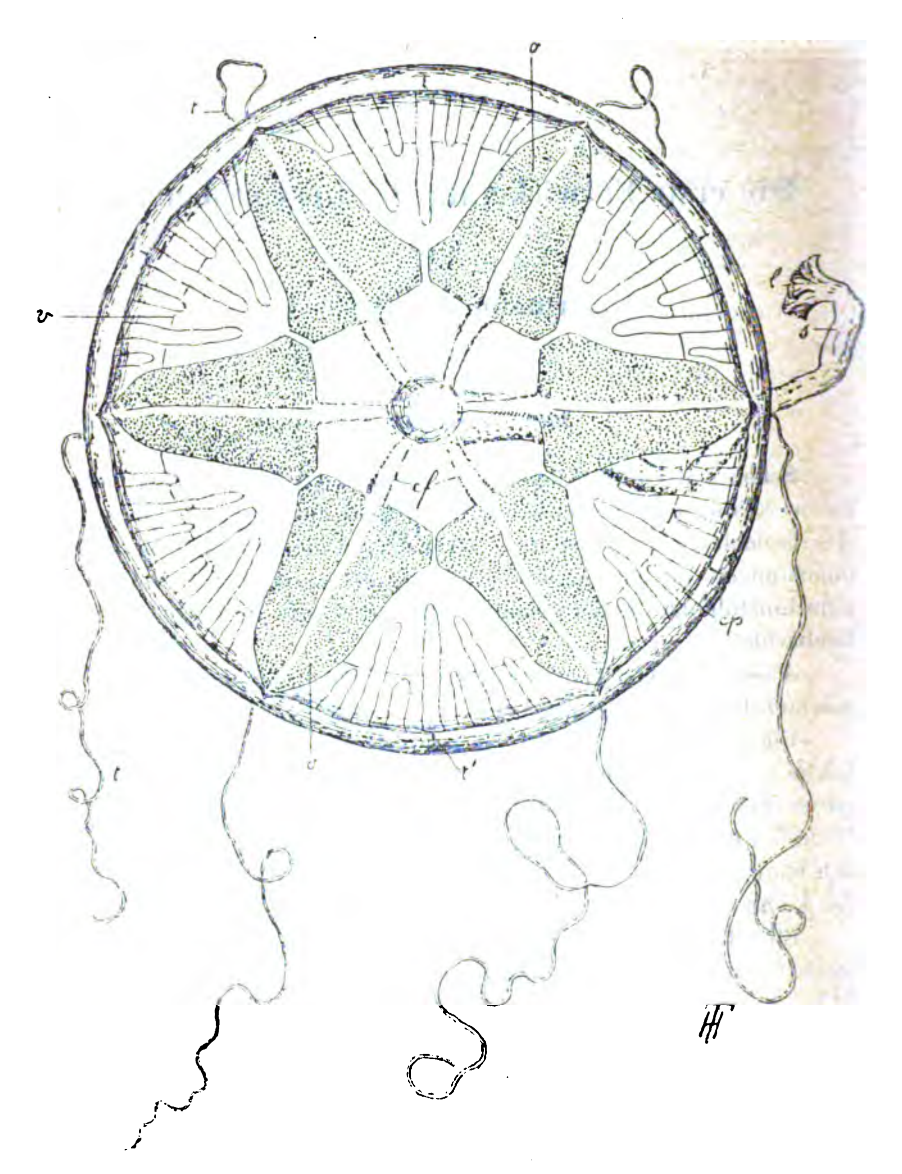


Fig. 1.

Geryonia fungiformis — Erwachsenes weibliches Exemplar in natürlicher Grösse, von oben gesehen — *o* Ovarien — *t* die definitiven Fangarme — *t'* die primitiven Fangarme — *cf* Centrifugal-Kanäle — *cp* Centripetal-Kanäle — *v* Segel — *s* Magen — *l* Mundlippen.

im Durchmesser hatte, schienen geschlechtsreif zu sein. Mehr als eine Woche hindurch hielt ich beständig fünfzig solcher anscheinend reifer Individuen in meinen Aquarien, ohne auch nur ein Ei erhalten zu können. Eines Morgens gegen 9 Uhr fing ein Männchen an, unter meinen Augen seinen Samen zu entleeren, und warf ihn auf einmal aus, so dass die matt-weissen undurchsichtigen Hoden, binnen ein paar Minuten, ganz leer und durchsichtig wurden. Es genügte der Samen dieses einzigen Individuums um das Wasser des 20 Liter haltenden Aquariums vollständig milchig trübe zu machen, so dass eine, ein Zoll von der Glaswandung schwebende Meduse, kaum mehr sichtbar war. Hierauf fingen die Weibchen an ihre Eier zu werfen, die anderen Männchen entleerten auch ihren Samen, so dass von den 20 im Glase schwimmenden Exemplaren, nur zwei ganz junge ihre Geschlechtsproducte behielten. Ich goss nun etwas von diesem trüben Wasser in ein anderes Aquarium, worin eine Menge Geryonien herumschwammen, und sofort fand auch dort eine allgemeine Entleerung der Geschlechtsdrüsen statt. Später habe ich dies Experiment öfters wiederholt. In reinem Seewasser kann man ein Thier oft mehrere Tage hindurch mit ganz reifen und lockeren Geschlechtsproducten behalten, ohne dass es dieselben auch nur theilweise ausstösst, setzt man aber etwas Wasser hinzu, welches schon freie Geschlechtsstoffe enthält, so entleert das Thier sofort den ganzen Inhalt seiner Drüsen.

Die Bildung und Entwickelung des Eies wollen wir, der Klarheit wegen, in mehrere Perioden und Stadien eintheilen.

I. Periode.

Das unbefruchtete Ei und die Befruchtung.

Die jungen in den Ovarien befindlichen Eier hat schon Haeckel, leider nur nach conservirten Objecten, kurz beschrieben [1]). Die jüngsten Eier bestehen aus einem äusserst feinkörnigen Protoplasma mit einem verhältnissmässig sehr grossen Keimbläschen. Das Keimbläschen enthält einen Keimfleck, welcher wiederum ein Bläschen darstellt. Die Wände dieses inneren Bläschens bestehen aus stark leichtbrechendem Protoplasma. Das innere ist von einer grossen Vacuole eingenommen. Selten sieht man, statt einer grossen Vacuole, deren mehrere von kleineren Dimensionen. Das Keimbläschen und die Vacuolen des Keimfleckes enthalten einen wenig lichtbrechenden Stoff. Die reiferen Eier zeigen ein, im Verhältniss zum Keimbläschen viel grösseres Protoplasma, dessen in-

---

1) ... 8.

nerste Theile sich bei vollständiger Reife in lauter Vacuolen umwandeln oder vielmehr aufblähen; etwa wie eine Seifenlösung, in welche man mit einem Rohre bläst. Durch den Zusatz von Ragentien trübt sich der Inhalt dieser Blasen nicht, die Blasenwandungen dagegen erscheinen als ein Netz von demselben körnigen Protoplasma, welches früher das ganze Ei zusammengesetzt hatte. Ganz ähnliche Verhältnisse habe ich auch bei Röhrenquallen beobachtet.

Die Spermatozoen zeigen die gewöhnliche Gestalt und bestehen aus einem 5^{μ} langen und $3,3^{\mu}$ breiten Kopf und einem sehr langen Schwanze.

Die Befruchtung selbst zu beobachten gelang mir nicht, da alle gelegten Eier schon befruchtet waren und künstliche Befruchtung nicht zum Ziele führte.

Das frisch gelegte, befruchtete Ei (Taf. XXIV Fig. 1) besitzt eine ovale Gestalt und als Durchmesser etwa 0,33 Mm./0,23 bald mehr länglich, bald mehr rundlich. Es besteht aus Kern oder Keimbläschen, Protoplasma, Eihaut und Schleimhülle (*f*). Der Kern (*n*) ist regelmässig rund, und liegt nahe am spitzen Ende des Eies. Er sieht wie eine Vacuole aus, indem seine Substanz weniger lichtbrechend ist als das umgebende Protoplasma und flüssig zu sein scheint. Eigene Wandungen dieser Vacuole lassen sich am frischen Ei nicht unterscheiden; es tritt eine solche bei Essigsäurezusatz, obwohl wenig deutlich, hervor. Der Vacuoleninhalt bleibt dabei ungetrübt und farblos. Der Durchmesser dieses Keimbläschens beträgt 0,02 Mm./0,027, so dass man ihn gewiss nicht mit dem Keimbläschen des unbefruchteten Eies identificiren kann. Es wäre interessant zu wissen, ob der Kern des befruchteten Eies vom Kerne oder vom Kernkörperchen des unbefruchteten abstammt, oder ob diese Gebilde bei der Befruchtung verschwinden, um einer Neubildung Platz zu machen.

Das Protoplasma, das wir auch Bildungsdotter nennen können, besteht aus zweien schon am lebendigen Ei unterscheidbaren, concentrischen Schichten. Die äussere oder Rindenschicht (*b*) ist grobkörnig, und dichter als die hellere innere Substanz (*a*). Da diese Textur bei Coelenteraten allgemein verbreitet zu sein scheint, so wollen wir eigene Namen einführen. Die Rindensubstanz nennen wir Ectoplasma, die innere Endoplasma. Das Ectoplasma besteht, wie gesagt aus einer dichten Masse, welche bei Essigsäurezusatz braun und trübe wird. Das Endoplasma dagegen ist eine helle aus lauter Bläschen zusammengesetzte Masse; die Essigsäure bringt mehr die Bläschenwandungen oder Zwischensubstanzen zwischen den Vacuolen zur Ansicht, welche als ein bläuliches, feinkörniges Protoplasmanetz erscheinen. An der Peripherie

sind die Bläschen klein, das Protoplasmanetz dagegen dichter mit dickeren Balken. In der Mitte sind die Bläschen sehr gross und das Protoplasma äusserst spärlich. Je näher der Rinde also, desto dichter das Endoplasma. Beide Substanzen sind somit nicht ganz scharf abgesetzt; viel schärfer erscheint diese Grenze bei Rippenquallen. Das Keimbläschen (*n*) liegt an der Grenze beider Substanzen, in einen sternförmigen Klumpen dichten Protoplasmas eingebettet.

Die Eihaut (Taf. XXIV Fig. 1 c) ist äusserst dünn, etwa 1,4$^{\mu}$ dick, structurlos und durchsichtig. Dem Keimbläschen gegenüber bildet diese Membran einen Faltenstern (*f*). Gegen die Peripherie des Sternes werden die Falten immer niedriger und glätten sich bald aus. Eine Oeffnung ist beim befruchteten Ei hier nicht zu entdecken.

Die Schleimhülle (Taf. XXIV Fig. 1 d) ist unregelmässig, durchschnittlich etwa 0,03 Mm. dick. In ihr stecken (beim gelegten Ei) eine Anzahl Spermatozoen, welche bald sterben und sich nach und nach zersetzen. Am dicksten ist die Hülle in der Nähe des Keimbläschens, und an dieser Stelle trifft man auch die meisten Spermatozoen (Taf. XXIV Fig. 1 sp). Vermuthlich entspricht der Faltenstern der Stelle wo die Befruchtung stattfand. Hier befindet sich noch in der Hülle fast constant ein Korn oder Richtungskörperchen von 0,015 Mm./0,02 Grösse. Ein ähnliches Körperchen, welches mit dem Befruchtungsacte in näherer Beziehung zu stehen scheint, habe ich auch bei anderen Coelenteraten beobachtet.

II. Periode.

Die Furchung bis zur Maulbeerform.

Das Hauptinteresse dieses Zeitabschnittes liegt in den Molecularbewegungen, durch welche die Furchungen zu Stande kommen. Hierbei möge man die bereits geschilderte Zusammensetzung des ungefurchten Eies stets im Auge behalten.

I. Furchung oder die Zweitheilung.

Etwa eine Stunde nach seiner Ausstossung, treten die ersten Veränderungen im Ei auf. Zunächst wird der Eikern oder das Keimbläschen heller, verschwommener; seine Gestalt wird unregelmässig und ändert sich vielfach. Nach einigen Secunden verschwindet dieses Gebilde gänzlich vor dem bewaffneten Auge. Setzen wir aber gerade in diesem Augenblicke etwas Essigsäure hinzu, so kommt der Rest, gleichsam nur eine Andeutung des früheren Kernes wieder zum Vorschein [illegible]V Fig. 2 n). Auf beiden Seiten dieser Kernüberbleibsel zeigen sich

zwei Protoplasmaanhäufungen, deren dicht angesammelten Körnchen zwei regelmässige sternförmige Figuren darstellen (Taf. XXIV Fig. 2 h). Die Strahlen dieser Sterne werden durch die in geraden Linien aneinander gereihten Körnchen gebildet. Mehrere solche Linien reichen von einem Stern- oder Anziehungscentrum in einem Bogen zum andern, indem sie die Reste des Keimbläschens umfassen. Das ganze Bild ist äusserst klar und deutlich und erinnert lebhaft an die Art und Weise wie ausgestreuter Eisenstaub sich um die beiden Pole eines Magneten anordnet. An den Rändern gehen die Strahlen allmälig einerseits in das dünnere Protoplasmanetz des Endoplasmas, andererseits in das dichte Ectoplasma über.

Hätten wir mit dem Zusatz des Reagens noch einige Secunden gewartet, so hätten wir vom Keimbläschen keine Spur mehr angetroffen (wie auf der Taf. XXIV Fig. 11, h h). Die Sterne sind dann schon weiter auseinander gerückt, zeigen aber immer noch die gleiche Beschaffenheit. Sie sind auch ohne Essigsäurezusatz, jedoch sehr undeutlich, sichtbar. Jetzt fängt die erste Furchung oder Zellentheilung an.

Wie schon bemerkt, liegt das Keimbläschen an der Peripherie des Eies auf der Grenze zwischen Rinden- und Mark-Substanz. Es bildet sich nun an der Oberfläche eine Rinne, genau oberhalb der Stelle, wo der Kern lag und senkrecht auf eine Linie, die wir uns durch beide Sterne geführt denken können. Indem sich die Linie vertieft, trennt sie die beiden Sterne von einander. Zugleich buchtet sich die zarte Eihaut ein und kleidet die Rinne aus; an den Rändern der Rinne aber schlägt dieselbe eine Anzahl Falten (vergl. Taf. XXIV Fig. 3 und 4 f.), welche senkrecht von der Rinne entspringen, und sich unweit von derselben wieder allmälig ausgleichen. Indem sich die Rinne vertieft, verlängert sie sich auch immer mehr, und umkreist schliesslich das Ei. Dabei prägen sich die Falten der Eihaut immer mehr aus; bald aber hört die Eihaut auf an der Abschnürung Theil zu nehmen, und indem sich die erste Furchung vollendet, kehrt die Eihaut wieder zu ihrem früheren Zustande zurück, und spannt sich ununterbrochen von einer Furchungskugel zur andern, die Furche überbrückend.

Durch die Abschnürung sind die Anziehungscentren immer mehr von einander entfernt worden, und jetzt erscheinen in denselben eine, dann zwei, dann drei bis acht und zehn kleine Vacuolen. Diese Vacuolen wachsen mit der Zeit, treten zu mehreren zusammen und verschmelzen zu einer grossen Vacuole, welche sich abrundet, und hiermit ganz dasselbe Bild darbietet, wie das ungetheilte Keimbläschen. Die Lage dieser neuen Kerne ist dieselbe, wie die des ersteren, also an der Grenze zwischen Endo- und Ectoplasma. Sie liegen nicht in der grösstmög-

lichen Entfernung von einander, sondern auf einer Seite der Anlage, so dass bei einer Ansicht von oben (Taf. XXIV Fig. 3 n n) man leicht verleitet werden könnte zu glauben, dass sie in der Mitte jeder Furchungskugel liegen. Eine Profilansicht dagegen belehrt uns bald eines Besseren.

Die Furchungskugeln treten hierauf wieder näher aneinander und flachen sich gegenseitig ab, so dass das ganze Ei fast wieder die frühere ovale Gestalt annimmt (Taf. XXIV Fig. 3). Die Trennungsfläche nach der Abflachung ist am frischen Ei durch eine Menge stark umgekehrt lichtbrechender, linsenförmiger Vacuolen bezeichnet, die alle in einer Ebene liegen (Taf. XXIV Fig. 3 gg). Diese Vorgänge folgen so schnell aufeinander, dass das Ei in amoeboïder Bewegung begriffen zu sein scheint, und es unmöglich ist, mittelst der Camera seine Umrisse zu entwerfen.

Wichtig ist es zu bemerken, dass während der Furchung die Rindensubstanz im Boden der Furchungsrinne immer dünner geworden ist, bis sie schliesslich an dieser Stelle ganz verschwindet und die beiden Furchungskugeln nur noch durch innere Substanz zusammenhängen. Ist die Furchung einmal vollendet, so können wir durch Essigsäure uns leicht davon überzeugen, dass die Rindenschicht an der Berührungsfläche beider Kugeln vollständig fehlt (Taf. XXIV Fig. 2), dass also die Marksubstanz beider Kugeln sich unmittelbar berühren. In der Nähe jener Berührungsfläche wird das Ectoplasma immer dünner. Die Rindenschicht nimmt somit die ganze Oberfläche des Eies ein, aber nur $^5/_6$ der Oberfläche jeder Furchungskugel.

II., III., IV. und V. Furchung oder die Theilung in 4, 8, 16, 32 Zellen.

Nach einer Zeit der Ruhe fängt die Theilung von Neuem an. Es zerfällt die Anlage zuerst in 4 Furchungskugeln (2. Furchung), welche alle in einer Ebene liegen (Taf. XXIV Fig. 3). Aus diesen entstehen durch eine aequatoriale Theilung 8 Kugeln (3. Furchung), welche so angeordnet sind, dass von allen Seiten betrachtet, die Kugeln ein Viereck zu bilden scheinen.

Die nächste Theilung erfolgt nach zwei Ebenen, die einen Winkel von 15° mit der Aequatorialebene bilden; es ist die 4. Furchung (Taf. XXIV Fig. 4) nach welcher die Anlage aus 16 Zellen besteht (Taf. XXIV Fig. 5). Diese zerfallen endlich in 32 (Taf. XXIV Fig. 6) und so ist das Ende der 2. Periode erreicht. Bei jeder Furchung sind stets die Theilungsproducte untereinander ganz gleich, d. h. sie sind das Spiegelbild von einander, so dass in allen Stadien das Ei aus gleich grossen Kugeln zusammengesetzt erscheint.

Bei jeder Theilung wiederholen sich ganz dieselben Vorgänge, die wir bei der ersten geschildert haben, und die wir folgendermassen zusammenfassen können. 1. Verschwinden des Keimbläschens und Erscheinung zweier Anziehungs-Mittelpuncte.

2. Entstehung der Furchungsrinne mit Faltenbildung der Eihaut (Tafel XXIV Fig. 3 und 4 f).

3. Die Abschnürung vollendet sich, die Eihaut kehrt zur früheren Lage zurück, die Anziehungs-Mittelpuncte rücken immer weiter auseinander.

4. Erscheinung der neuen Kerne, gegenseitige Abflachung der Theilungsproducte.

5. Endlich die Theilungsproducte, d. h. die neuentstandenen Zellen, treten in immer nähere Berührung miteinander und die immer grössere Trennungsfläche wird durch linsenförmige Vacuolen bezeichnet (Taf. XXIV Fig. 4, 5 und 6 qq).

Die Gestaltsveränderungen der Kugeln während der Theilung folgen noch immer rasch aufeinander; nach jeder Theilung aber bleibt das Ei etwa 45 Minuten in vollkommener Ruhe stehen. Die 5. Furchung tritt 6 bis 7 Stunden nach der Eierlegung ein.

Bei jeder Theilung verhält sich die Rindensubstanz ganz wie bei der ersten, so dass sie nur denjenigen Theil jeder Furchungskugel einnimmt, welcher nach Aussen sieht (Taf. XXIV Fig. 2 und 4 bb). Nach der 4. und 5. Furchung sieht man eine geräumige Baersche, oder Furchungshöhle (Taf. XXIV Fig. 5 und 6 cs). Aus dem schon Gesagten geh klar hervor, dass die gegen diese Höhle gewandten Theile der Furchungskugeln nur aus Endoplasma bestehen.

III. Periode.
Die primitive Anlage zerfällt in Ento- und Ectoderm.

VI. Furchung oder die Theilung in 64 Zellen.

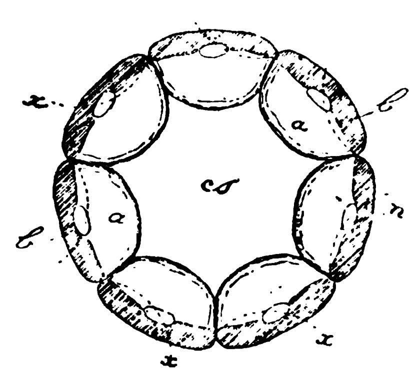


Fig. 2.

Schema der 6. Furchung — Das aus 32 Kugeln zusammengesetzte Ei, 150mal vergrössert. — *a* Endoplasma — *b* Ectoplasma — *n* die Kerne — *cs* die Furchungshöhle — *xx* punctirte Linien, welche die Richtung der Theilungsflächen während der 6. Furchung andeuten.

Wiederum bereitet sich das Ei zu einer neuen Theilung; die Kerne verschwinden, die Anziehungs-Mittelpuncte rücken auseinander und jede Zelle spaltet sich. Allein diesmal sind die Theilungsproducte nicht mehr untereinander gleich. Es zerfällt jede Zelle durch schiefe Theilung in eine grosse und eine kleine linsenförmige Zelle (Fig. 2 und Taf. XXIV Fig. 9 bis 12, g und r). Jede der beiden nimmt an der Peripherie des Eies den gleichen Flächenraum ein.

Die grossen Zellen aber erstrecken sich tief in die Baersche Höhle hinein (Taf. XXIV Fig. 8 r), während die kleineren linsenförmigen nur an der Oberfläche bleiben (Taf. XXIV Fig. 8, 9). Letztere sind blos von dem Ectoplasma gebildet, während erstere aus einem inneren endoplasmatischen Theile und einer Aussenschicht von Rindensubstanz bestehen (Taf. XXIV Fig. 8 r, a und b). Es ist aber fortan die Eianlage aus 64 Zellen zusammengesetzt, deren 32 grosse (Taf. XXIV Fig. 9 r r) und 32 kleinere, weniger tiefe (Taf. XXIV Fig. 9 qq). Die grossen Zellen sind denen nach der 5. Furchung sehr ähnlich, nur erscheinen sie cylindrisch mit schmaler Basis (Taf. XXIV Fig. 10), statt conisch mit breiter, nach aussen gekehrter Basis (Taf. XXIV Fig. 11). Wie bei jenen liegt der Kern zwischen Endo- und Ectoplasma (Taf. XXIV Fig. 10 n).

Die kleinen Zellen dagegen sind, wie bereits gesagt, linsenförmig flach, und ihr Kern ist mitten in die, sie zusammensetzende Rindensubstanz eingebettet (Taf. XXIV Fig. 8, 9). Selten zeigt sich an dem innersten Theile einer solchen Zelle etwas Endoplasma. Die Anordnung beider Arten von Zellen ist keine sehr regelmässige, und es war mir nicht möglich, darin eine Gesetzmässigkei[illegible] liegen 2, 3 kleine Zellen beisammen, von grösse [illegible] es sind die grossen Zellen

gruppenweise zusammengestellt und von kleineren Zellen umlagert. Es folgt hieraus, dass man bei optischen Querschnitten fast niemals die gleiche Anzahl von beiderlei Gebilden zur Ansicht bekommt, und es ist eine sorgfältige Nachzählung aller Zellen, welche die Anlage zusammensetzen, nothwendig, um zur Gewissheit zu gelangen, dass wirklich 32 jeder Art vorhanden sind. (Vergl. Taf. XXIV Fig. 8 und 9 rr und qq).

VII. Furchung oder die Theilung in 96 Zellen.

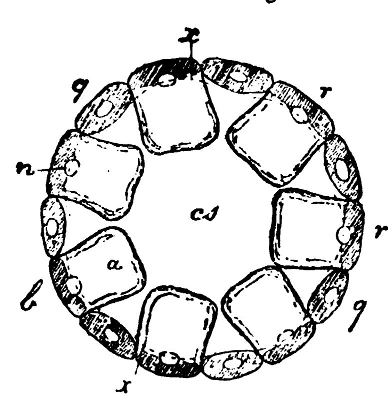


Fig. 3.

Schematische Darstellung der 7. Furchung; die Anlage mit 64 Zellen, 150mal vergrössert. *a* Endoplasma — *b* Ectoplasma — *n* die Kerne — *qq* kleine Zellen — *rr* grosse, aus beiden Substanzen bestehende Zellen — *xx* punctirte Linien, welche die Richtung der Theilungsflächen der 7. Furchung andeuten.

Diese Furchung betrifft nur die 32 grösseren Zellen. Durch die bekannten Vorgänge zerfällt jede in 2 ungleichartige Producte. Die Anziehungscentren rücken nämlich nicht mehr in tangentialer, sondern in radialer Richtung auseinander, die Theilung erfolgt der Quere nach (Fig. 3). Es entstehen hierdurch 32 linsenförmige, aus Rindensubstanz bestehende, Oberflächenzellen, welche den früher abgesetzten vollkommen gleichen, und 32 innere, grössere, runde, aus Endoplasma zusammengesetzte. Die ganze Anlage stellt also zwei ineinander geschachtelte Kugeln dar; die äussere Hohlkugel besteht aus 64 linsenförmigen Zellen, und enthält blos Ectoplasma und das ganze frühere Ectoplasma. Die innere Hohlkugel zählt 32 kugelige Elemente, die sich gegenseitig etwas abplatten und das ganze Endoplasma aufgenommen haben. Die äussere Kugel stellt das Ectoderm dar, die innere Kugel ist die Anlage des Entoderms.

Dieses etwas verwickelte Verhältniss habe ich durch die beiden schematischen Figuren 2 und 3 zu veranschaulichen gesucht.

Auf Taf. XXIV Fig. 8 berührten sich nicht alle grösseren Zellen an ihrem innersten Theile. Man könnte also glauben, dass nach der Theilung die inneren Zellen durch eine Wanderung sich zu einer Hohlkugel zusammenfügen. Dem ist aber nicht so.

Beobachten wir genau die Vorgänge der Theilung, so finden wir, dass sich während der Theilung jede grosse Zelle bedeutend verlängert, so dass die inneren Zellen bereits zusammengefügt und gegenseitig ab-

geplattet erscheinen, ehe sie noch von der äusseren Zellenschicht ganz losgetrennt sind. Habe ich an sich so unbedeutende Vorgänge so bis in's geringste Detail geschildert, so geschah es nur deshalb, weil viel von Zellenwanderungen in der Entwickelungsgeschichte noch heutigen Tages geredet wird. Solche Wanderungen finden meiner Erfahrung nach niemals statt. Es wäre auch rein unbegreiflich, dass feste, bleibende, gesetzmässig gebaute Organe aus Zellen entstünden, die sich nach einer freien Wanderung beliebig zusammengestellt hätten [1]).

Wenn in der zweiten Periode die Theilungsvorgänge rasch aufeinanderfolgende Gestaltsveränderungen des Eies bedingten, so ist das in der dritten Periode noch weit mehr der Fall. Das Bild verwickelt sich ausserdem noch dadurch, dass sich die Zellen nicht alle zu gleicher Zeit theilen. Es buchtet sich oft die Eioberfläche an dieser oder jener Stelle ein, so dass man oft glauben möchte, man hätte es mit einer anfangenden Einstülpung zu thun (Taf. XXIV Fig. 7). Ein Tropfen Essigsäure aber hilft einem sehr leicht aus allen diesen Schwierigkeiten heraus [2]).

Namentlich nach der letztbesprochenen Theilung verändert sich die Gestalt mannigfach. Es bleiben noch längere Zeit einzelne Zellen des Entoderms mit den entsprechenden Zellen des Ectoderms in Verbindung, und einzelne Objecte könnten einen leicht veranlassen, hier die Spuren einer stattgehabten Einstülpung anzunehmen. Ich war selbst nach einer ersten oberflächlichen Beobachtung zu dieser irrigen Ansicht gekommen.

Während dieser letzten Vorgänge ist die Dotterhaut verschwunden und keine Spur mehr davon zu entdecken, wenn nicht etwa die Körnchen, die das Ei umgeben, durch einen Zerfall dieser Haut entstanden sind.

1) Bei Rippenquallen z. B. wandern die Ectodermzellen, welche zur Bildung von Bindegewebe und Muskeln bestimmt sind, nicht. Sie werden regelmässig von der Ectodermschicht durch ihr eigenes, gesetzmässig abgegebenes, Secret losgetrennt. So kommt es, dass sich die Muskelfasern so regelmässig und symmetrisch entwickeln, dass sich noch an einem jungen, aber ausgebildeten Exemplare, keine Muskelfaser findet, die nicht an den drei übrigen Quadranten ein ganz genaues Abbild hätte.

2) Man thut am besten, die in dieser Periode befindlichen Eier in hohlgeschliffene Objectgläser mit etwas Seewasser und Essigsäure aufzubewahren, wobei das Deckgläschen mit Oel umrandet wird. Da alle Eier desselben Wurfes sich ganz genau gleichzeitig entwickeln, so braucht man nur eine Stunde lang alle 3 bis 5 Minuten ein solches Präparat zu machen, um eine übersichtliche und vollständige Reihe der hier besprochenen Vorgänge zu erhalten. Solche Präparate halten sich ganz gut 2 bis 3 Tage und werden nach einigen Stunden sogar noch heller und deutlicher als beim Einlegen.

IV. Periode.

Die flimmernde Larve.

I. Stadium.

Entstehung der Schirmgallerte. 2. Tag.

Durch neue und wiederholte Halbierungen ihrer Zellen, vergrössert sich die Ectodermkugel ziemlich rasch, während die innere Kugel oder Entoderm im Wachsthum etwas zurückbleibt, und sich zugleich linsenförmig abflacht (Taf. XXIV Fig. 15, Taf. XXV Fig. 16 und 17). Es bleibt diese Linse durch die eine flache Seite in naher Berührung mit einer Stelle des Ectoderms (Taf. XXV Fig. 17k). Hierdurch und durch die schnellere Vergrösserung des Ectoderms entsteht zwischen beiden Kugeln ein bedeutender Zwischenraum. Dieser ist mit einer vollkommen klaren durchsichtigen Gallerte erfüllt, welche ein System äusserst feiner zarter Fasern oder Schlieren enthält (Taf. XXV Fig. 16 und 17 y). Diese Fasern erstrecken sich geradlinig von den Zellen des Entoderms zu den entsprechenden Zellen des Ectoderms in fächerförmiger Anordnung. Sonst zeigt sich die Gallerte vollkommen structurlos und enthält keine Zellenelemente, weder jetzt noch später. Schwer wäre es, zu bestimmen, ob die Absonderung dieser Gallerte von Seiten der einen oder der anderen Zellenkugel oder durch beide zugleich stattfindet. Wahrscheinlich hilft diese Gallerte mit, durch ihre Absonderung auf der einen Seite der inneren Kugel, dieser Kugel ihre einseitige Lage und linsenförmige Gestalt zu geben. Selbstverständlich ist die Gallerte spärlich oder gar nicht an der Stelle vorhanden, wo beide Kugeln einander anliegen.

Hier sehen wir also bestimmte Zellentheilungen und Absonderungen als Gestaltungsmomente der Embryonalanlage auftreten. Von einer activen Wanderung kann sicher nicht die Rede sein.

Wie gesagt, berühren sich Ento- und Ectoderm an einer Stelle beinahe, indem sich die Mitte der einen convexen Fläche der inneren Zellenlinse der weit weniger gekrümmten äusseren Zellenkugel immer mehr nähert, bis im Mittelpuncte eine Berührung und Verwachsung stattfindet. Diese Stelle nennen wir fortan den untern oder oralen Pol, und es ist hierdurch schon eine vollständige Orientirung gegeben. Endlich sieht man auf den Ectoderm nach und nach einige Wimpern hervorsprossen.

II. Stadium.

Die orale Ectodermscheibe. Bildung des Mundes.

3. bis 5. Tag.

Die Eier, welche zum Boden des Gefässes gefallen sind, erheben sich langsam und schweben ohne bedeutendere Veränderung ihrer Lage im Wasser. Der Grund hiervon liegt in der Ausbildung dünner, langer und sehr spärlicher Wimpern, welche durch ein langsames Schlagen die Larve schwebend, aber nicht in schwimmender Bewegung zu erhalten vermögen.

Die Zellenvermehrung an der inneren oder aboralen Wand des linsenförmigen Entoderms geht schneller vor sich, als an der oralen oder äusseren Wand. Durch diesen Umstand, und durch den Druck den die wachsende Gallerte ausübt, wird die aborale Wand zunächst abgeflacht und dann in die orale Hälfte der Linse hinein gestülpt, so dass das ganze Organ Uhrglasform annimmt und der frühere Hohlraum des Entoderms auf ein Minimum reducirt wird (Taf. XXV Fig. 17 und 18 En).

Gleichzeitig mit diesen Veränderungen findet eine andere am oralen Pole statt. Es vermehren sich dort die Zellen des Ectoderms sehr rasch und zerfallen in eine Schicht kleiner Zellen von 0,01 Mm. Durchmesser während die übrigen Ectodermzellen einen Durchmesser von 0,1 Mm. besitzen. Es bildet somit dieser Abschnitt eine Art Scheibe von 0,3 Mm. Durchmesser, welche am Rande in das Ectoderm übergeht (Taf. XXV Fig. 18 kk). Am zahlreichsten und kleinsten sind die Zellen im Mittelpuncte der Scheibe, wo diese mit der Mitte der oralen Wand des Entoderms verwächst. Später erhebt sich dieser Mittelpunct nabelförmig und die Verwachsungsstelle bricht durch. Die hierdurch entstandene Oeffnung ist der Mund, und der Binnenraum des Entoderms oder Baersche Höhle, ist zur Magenhöhle geworden.[1])

Gleichzeitig hat sich der Rand der oralen Scheibe immer deutlicher vom übrigen Ectoderm abgehoben und wächst zu einem förmlichen Ringswulste an. Wie wir später sehen werden ist dieser Wulst die Anlage des Schirmrandes nebst Segel und Fangarmen. Die Ectodermscheibe liefert das spätere Epithelium für die Glockenhöhle und die Aussenwand des Magens.

1) Die Annahme HAECKEL's (l. c. p. 68, 107) dass diese Höhle zur Schirmhöhle sich umwandele, ist somit vollkommen irrthümli-

III. Stadium.
Entstehung der Fangarme, des Segels und der Schirmhöhle, vom 6. Tage an.

Seit der Eröffnung des Mundes (Taf. XXV Fig. 19 l) hat die Magenhöhle bedeutend an Höhe zugenommen, und zeigt eine auf dem Querschnitt mehr quadratische Gestalt (Taf. XXV Fig. 21 s).

Der untere äussere Rand der Magenwand reicht bis unmittelbar an den Randwulst. Uebrigens sind diese Theile schon ziemlich beweglich geworden, sie können sich bedeutend ausdehnen oder zusammenziehen und zeigen dann verschiedene Anordnungen und Gestalten. Gewöhnlich erscheint der Magen von oben gesehen deutlich sechseckig.

An der Aussenseite des Randwulstes zeigten sich einstweilen 6 kleine Zellenanhäufungen. Diese Haufen wachsen mehr und mehr in die Länge (Taf. XXV Fig. 19 t), während ihre Achse von einem Zellenstrang eingenommen wird (Taf. XXV Fig. 19 z), welcher aus jeder der 6 besprochenen Magenecken hervorgeht. Selbstverständlich sind diese Tentakelrudimente symmetrisch angeordnet, und befinden sich jedes unterhalb einer Ecke des sechsseitigen Magens. Diese primitiven Fangfäden verlängern sich nun, und zu gleicher Zeit entfernt sich die Basis eines jeden in radialer Richtung nach aussen von seiner Ursprungsstelle am Randwulste. Zwischen der Basis des Fangarmes und dem Randwulste, bleibt ein verdickter Zellenstrang des Ectoderms bestehen, und mehr in der Tiefe, ein Strang von Entodermzellen, welche die Verbindung zwischen der Tentakelachse und dem Magengewebe aufrecht erhalten (Taf. XXV Fig. 19). Später verschwindet diese Verbindung wenigstens scheinbar.

Ueberhaupt ist jener Ursprung des Achsenstranges der Fangarme aus dem primitiven Entoderm bei Geryonia weder leicht, noch gleich bei erster Besichtigung nachzuweisen. Um so deutlicher ist aber dieser Zusammenhang in der, den Geryoniden verwandten Familie der Aeginiden. Ich führe als Beispiel Aeginopsis bitentaculata an, deren Entwickelung ohne Mühe zu jeder Zeit verfolgt werden kann. Dass das Entoderm der hohlen oder der soliden Fangarme der Coelenteraten vom Magengewebe abstamme, ist, soviel ich weiss, von Niemandem in Zweifel gezogen worden, obwohl in dieser Beziehung positive Beobachtungen nur spärlich vorliegen. Fast gleich nach der Entstehung der Tentakel-Rudimente zeigen die Zellen an ihrer Spitze die Anlage zu Nesselorganen, welche sich bald zu wirklichen Nesselzellen gestalten (Taf. XXV Fig. 19 u). Die Spitze der Fangarme ist von einem Knopf von Nesselzellen gebildet. Ueber diesen hinaus ragt noch eine kleine dünne Spitze, oder Geissel,

welche aus den beiden Zellenschichten des Fangarmes besteht (Taf. XXV Fig. 19, 23 j).

Zugleich mit der Ausbildung der Fangarme, geht die Entwickelung des Segels vor sich. Als ein dünner Ringwulst erscheint dasselbe auf der Höhe und etwas nach der Innenseite des grossen Randwulstes, und breitet sich dann allmälig zu der bekannten Gestalt einer kreisförmigen Membran aus (Taf. XXV Fig. 20, 21 vv). Diese Duplicatur des Ectoderms enthält, von Anfang an, die bekannten ringförmigen Muskelfasern. Die radialen Muskeln sind erst etwas später sichtbar.

Zwischen den Fangfäden auf der Aussenseite des Randwulstes erscheinen dann 6 kleine Zellenhäufchen, die Anlage zu den spätern Fangarmen (Taf. XXV Fig. 25 t').

Es bleibt mir jetzt noch übrig, die Bildung der Schirmhöhle zu verfolgen. Der Anfangs fast kugelige Schirm breitet sich mehr nach unten und aussen aus, und nimmt bald eine wirklich schirmförmige Gestalt an. Den Rand des Schirmes nimmt der Randwulst ein, welcher sich schnell ausdehnt und zugleich relativ verdünnt (Taf. XXV Fig. 21, 23 und 25 m). Der Magen tritt dabei verhältnissmässig immer mehr in die Höhe, so dass er in den Grund einer, anfangs seichten, trichterförmigen (Taf. XXV Fig. 22 c u), später tiefen, glockenförmigen (Taf. XXV Fig. 25 c u) Höhle zu liegen kommt. Letztere ist die wachsende Schirmhöhle. Ein Epithel kleidet ihre Wände aus, welches direct von der oralen Ectodermscheibe abstammt. Am Mundrande sieht man immer noch die Grenze zwischen Ento- und Ectoderm, welche ihrer verschiedenen Beschaffenheit wegen noch unterscheidbar sind. Später verschwindet dieser Unterschied; so dass die genau beobachtete Entwickelung allein den Beweis liefert, dass Ento- und Ectoderm wirklich am Mundrande selbst zusammenhängen, und dass die beiden embryonalen Kugeln wirklich die Bedeutung haben, die ich ihnen zuschrieb. Wie gesagt dehnt sich die orale Ectodermscheibe mit der Bildung der Schirmhöhle sehr rasch aus; es verliert dieser Epidermisabschnitt seine dichte Beschaffenheit und bekommt dasselbe Aussehen, wie das Ectoderm an der Aussenseite des Schirmes.

Jetzt sieht man zuweilen bei gewissen Bewegungen der Larve 6 hohle Kanäle, welche vom äusseren Rande des Magens gegen den Schirmrand hinziehen. Auch Muskelfasern lassen sich in der Wand der Schirmhöhle unterscheiden. Es sind diese Theile in ihrem jetzigen, fast ausgebildeten Zustande, nicht schwer zu erkennen, allein es wollte mir durchaus nicht gelingen, die Rudimente derselben in früheren Stadien zu unterscheiden.

Das Entoderm des Magens bedeckt sich mit Wimpern, welche den Mageninhalt in rotirende Beweg[illegible] in den Zellen werden

fettglänzende Kügelchen ausgeschieden, welche sich bei der Verdauung mit den eingenommenen Stoffen vermischen [1]).

Die junge Meduse schwimmt nun mit kräftigen Schirm- und Segelcontractionen umher und vermag mit völlig ausgebildeten Fangfäden leicht ihre Beute zu erfassen und im ausgebildeten Magen zu verdauen. So sind wir demnach in der 5. und letzten Periode der Entwickelung angelangt, der Ausbildung der jungen zur fertigen, erwachsenen Meduse. Es ist aber dieser Abschnitt von Haeckel in seiner ausgezeichneten Monographie der Geryoniden so genau geschildert und durch treffliche Bilder erläutert worden, dass ich auf diesen Gegenstand nicht zurückzukommen brauche.

Resultate und allgemeine Betrachtungen.

Es lassen sich nun die Resultate dieser Arbeit in Folgendem kurz zusammenfassen:

1) Das ungefurchte Ei besteht aus zwei Schichten: einem dichteren Ectoplasma und einem mehr wasserreichen Endoplasma.

2) Bei der Furchung verschwindet jedesmal das Keimbläschen und es erscheinen an seiner Stelle zwei Anziehungscentren im Protoplasma, in welchen später die neuen Kerne auftreten.

3) Nachdem die Anlage die Himbeergestalt angenommen hat, zerfällt dieselbe durch eine eigenthümliche Furchung in zwei ineinander geschachtelte Zellenkugeln, dem Ectoderm und Entoderm. Ersteres besteht aus Ectoplasma, letzteres aus Endoplasma.

4) Die Schirmgallerte wird zwischen beiden Geweben abgesondert.

5) Das Ectoderm bedeckt sich für eine Zeit lang mit Wimpern; verdickt sich am oralen Pole, und aus dieser Verdickung geht das Ectoderm der Schirmhöhle, Schirmrand, Fangarme, Sinnesorgane und Segel hervor.

6) Das Entoderm liefert ausser dem eigentlichen Magen noch den gesammten coelenterischen Apparat und das Achsengewebe der soliden Fangarme.

7) Der Mund bricht an der Verwachsungsstelle beider Gewebe durch. Eine Bildung des Verdauungs-Apparates durch Einstülpung findet ganz bestimmt nicht statt.

1) Solche Körperchen in den Zellen der Magenwandung sind schon vielfach bei Coelenteraten beobachtet worden. S. Gegenbaur, System der Medusen Z. f. w. Z. 1857 und H. Fol, Ein Beitrag zur Anatomie und Entw. der Rippenquallen, p. 5.

Hieran lassen sich folgende Betrachtungen knüpfen:

1) Eine ähnliche aber noch schärfere Zusammensetzung des ungefurchteten Eies wird auch bei Rippenquallen beobachtet[1]. Bei genauer Betrachtung ist auch hier ein Keimbläschen zwischen Ecto- und Endoplasma zu sehen. Ferner ist auch bei Oceania, Thaumantias, Lucernaria, etc. eine ähnliche, aber weniger ausgeprägte Structur zu beobachten.

2) Die Furchung mit jedesmaligem Verschwinden der Kerne, sowie die sternförmigen Figuren im Protoplasma, sind eine sehr verbreitete Erscheinung. Ich habe diese Theilungsvorgänge auch bei Rippenquallen beobachtet; ferner bei Doliolum unter den Chordaten, bei Cavolinia unter den Mollusken und bei Alciope unter den Würmern, und ich habe diese eben so genau und gewissenhaft verfolgt und sind diese Bilder so schön und deutlich, namentlich bei Geryonia und Cavolinia, dass diese Beobachtungen absolut keinen Zweifel zulassen. Ich will mich nicht in den Wortstreit einlassen ob solche Beobachtungen positiv oder negativ zu nennen seien; sie sind eben vollständig und erschöpfend.

Ich schliesse mich in Folge dessen ganz und gar der Sachs'schen Theorie der Furchung durch Anziehungs-Mittelpuncte an, nicht etwa aus theoretischen Gründen, sondern weil ich diese Attractionscentren gesehen habe.

3) Die Vorgänge der Furchung hatte ich schon mehrmals bei verschiedenen Coelenteraten verfolgt mit besonderer Berücksichtigung der Entstehung von Ento- und Ectoderm, allein es war mir bis jetzt niemals gelungen den Vorgang der Theilung selbst zu beobachten. Nachdem nämlich das Ei in eine Hohlkugel verwandelt worden war, wurde das Bild während dieser wichtigsten Theilung so verworren, dass es unmöglich war, zu bestimmen, ob eine Theilung, oder Wanderung, oder beide zugleich stattgefunden hätten. Nach und nach stellte sich wieder Ruhe ein, und die Anlage bestand nun aus zwei ineinander geschlossenen Zellenkugeln. Die Larve bedeckte sich mit Wimpern, nahm eine ovale Gestalt an, und schwamm lebhaft umher. Dieses habe ich bei Lucernaria[2] und bei Oceania coronata (Allman)[3] auf Helgoland, bei

1) Kowal. Entw. der Rippenq. — H. Fol. l. c. p. 1.

2) Die Larven schwammen ein paar Tage umher und setzten sich dann an den Gräsern fest. Weiter habe ich sie nicht verfolgt.

3) Die Abbildung die Allman (a monograph of the gymnoblastic hydroyds, p. 23) von dieser Art giebt ist ganz kenntlich. Dieser Forscher hat aber die 4 Ausbuchtungen, welche die Schirmhöhle zwischen den Radiärcanälen nach oben bildet, für Höcker gehalten, welche dem Schirme äusserlich, an der Basis des conischen Fortsatzes aufsitzen sollten, und als solche abgebildet. Der conische Fortsatz ist auch bei frischen, wohlerhaltenen Individuen mehr entwickelt als auf der besprochenen Figur. Hält man einige dieser Thiere in einem Glase [illegible] fressen

Thaumantias Mediterranea [1]) (Forbes) und bei Nausithoë albida [2]) in Messina constatirt.

Fast übereinstimmend sind noch Allman's [3]) Beobachtungen über Laomedea flexuosa und andere Gymnoblasten Hydroiden, und Kowalewsky's [4]) Angaben über die Entwickelung der Campanularia aus Eucope. Metschnikoff [5]) scheint auch diese Entstehungsweise der beiden Gewebe bei Cunina und Aeginopsis mediterranea beobachtet zu haben, seine Beschreibung ist aber, gerade über diesen Punct, nicht ausdrücklich.

F. E. Schulze [6]) lässt auch bei der Cordylophora lacustris die Kugeln des gefurchten Eies sich in zwei concentrischen Schichten anordnen.

Kleinenberg [7]) endlich spricht bei Hydra von einer Differenzirung der Keimanlage in zwei Zellenschichten und hat ebensowenig wie Metschnikoff eine Entstehung dieser Blätter durch Einstülpung gesehen.

Ganz entgegengesetzt lauten dagegen Kowalewsky's Beobachtungen über Pelagia und Actinia. Bei beiden soll das Entoderm durch Einstülpung entstehen. Die Entwickelung der Pelagia habe ich einmal, obwohl sehr lückenhaft, beobachtet. Ich kann nur so viel sagen, dass jene grossen Einstülpungen, welche die Anlage noch vor ihrem Austritt aus den Eihüllen zeigt, ganz unregelmässige und inconstante Faltungen sind, welche aus dem beträchtlichen Missverhältniss zwischen Larve und Eihüllen entstehen. Sie verschwinden auch vollständig, sobald die Larve aus ihrer Hülle getreten ist. Später habe ich eine kleine innere Blase beobachtet, welche mit dem Ectoderm an einem Pole zusammenhing. Dort war auch bereits die Mundöffnung durchgebrochen. Wie entsteht nun diese innere Blase? Die Frage verdient jedenfalls eine erneuerte Prüfung. Die Entwickelung der Actinien ist mir ganz unbekannt und die

---

sie sich jenen Fortsatz gegenseitig ab, und bleiben bei dieser Procedur natürlich verstümmelt. Ein solches verstümmeltes Exemplar scheint Allman abgebildet zu haben.

1) Die Larven setzten sich allmälig am Boden des Glases fest. Das Glas wurde nun bedeckt und als ich drei Wochen später nachsah fand sich überall eine Menge kleiner Hydroidpolypen mit glasiger Röhre an ihrer Basis.

2) Die Larven der Nausithoe schwimmen wochenlang umher ohne andere Veränderungen zu erleiden als die Bildungen von Nesselzellen in ihrem Ectoderm. Hierauf gingen mir stets alle zu Grunde.

3) l.c. p. 85.

4) Untersuchungen über die Entwickelung der Coelenteraten. Vorl. Mittheilg. in Göttinger Nachrichten.

5) In Bulletins Acad. St. Pétersbourg 1870. p 98.

6) Ueber den Bau und die Entwickelung von Cordylophora lacustris. Leipzig 1871.

7) Hydra, eine anat. entwick. Untersuchung. Leipzig 1872.

Frage von der Entstehung der beiden Keimblätter ist leider von LACAZE DUTHIERS nicht einmal berührt worden.

Was nun die anderen Coelenteratengruppen betrifft, so sind hier positive Angaben noch spärlicher. Ueber Röhrenquallen besitzen wir nur die kurze aphoristische Notiz KOWALEWSKY's über die Entwickelung von Agalma rubrum, welche auf eine Spaltung der primitiven Zellenkugel in Ento- und Ectoderm hindeutet. Ferner HAECKEL's Beobachtungen, welcher zwei Formen der Entwickelung bei den Siphonophoren annimmt. Bei der einen Form (Physophora) zerfällt das ganze Ei in drei Zellschichten, einem Ectoderm, einem wirklichen äusseren Entoderm und einem inneren Entoderm der als Nahrungsdotter fungiren soll. Bei der zweiten Form (Crystallodes, Athorybia) findet diese Trennung erst viel später statt. Bei beiden Formen geht dieser Spaltung eine locale Spaltung am aboralen Pole voran und aus dem so gebildeten localen Ecto- und Entoderm gehen alle Hauptheile des späteren Thieres hervor; während die Hauptmasse des Eies in der Regel (1. Form) oder nur unter bestimmten Umständen (2. Form) zu einem Ernährungsthiere wird; wobei die 1. Schicht zum Ectoderm, die 2. zum Entoderm, die innerste zum Nahrungsdotter der Larve wird. Letztere zieht sich im obersten Theile der verdauenden Höhle zurück. Ueber die Art und Weise, wie diese Spaltungen zu Stande kommen, giebt HAECKEL keine Auskunft. Vergleicht man aber seine Schilderung von den »amoebenartigen Bewegungen« der Furchungskugeln am 1. und 2. Tage, mit den Furchungserscheinungen bei Geryonia, so wird es einem höchst wahrscheinlich vorkommen, dass HAECKEL statt amoebenartiger Bewegungen weiter nichts vor sich hatte, als einen Furchungsprocess, den die richtige Anwendung von Reagentien ihm sofort klar gemacht hätte.

METSCHNIKOFF giebt an, das frische Ei der Siphonophoren sei zweischichtig, und unterscheidet wie HAECKEL 2 Typen, je nachdem die Spaltung zuerst nur an einer bestimmten Stelle oder auf der ganzen Oberfläche zugleich stattfindet. Ueber die Art und Weise dieser Spaltung, sowie über die späteren Schicksale der hierdurch entstandenen Blätter geht METSCHNIKOFF stillschweigend hinweg.

Die Rippenquallen endlich zeigen ebenfalls eine Bildung von zwei Keimblättern, deren Aeusseres die Epidermis und das Magengewebe abgiebt, während das innere die Wandungen des Trichters und der Canäle zu bilden scheint. KOWALEWSKY's Annahme, dass das äussere Blatt den Trichter und die Canäle bekleide, muss ich auf Grund neuerer Untersuchungen in Zweifel stellen.

Die Mehrzahl also der Beobachter lässt bei Coelenteraten die beiden Keimblätter durch Spaltung statt einer Einstülpung hervorgehen. Der

Gegenstand ist jedenfalls wichtig genug, um neuere Untersuchungen zu verdienen, welche auch auf die Spongien ausgedehnt werden sollten.

Ich will mich aber nicht in allgemeine Betrachtungen über die Homologien in der Entwickelung der Coelenteraten und der höheren Thiere einlassen, zumal die thatsächliche Grundlage zu solchen Deductionen noch fehlt, und da wir ausserdem keinen allgemeinen Gesichtspunct gewonnen haben, von wo aus wir die Entwickelung von Eiern mit totaler und mit partieller Furchung untereinanber vergleichen könnten.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Das reife und befruchtete Ei der Geryonia fungiformis mit Spermatozoen, welche in der Schleimhülle stecken. Lebendig abgebildet. Vergrösserung 150.

Fig. 2. Die Anlage nach der ersten Furchung, mit Essigsäure im Augenblicke getödtet, wo die zweite Furchung beginnt und die früheren Keimbläschen ohne Reagentien schon nicht mehr sichtbar sind. Vergr. 150.

Fig. 3. Dieselbe nach der zweiten Furchung, die Falten der Eihaut (*f*) und die linsenförmigen Vacuolen (*g*) zeigend. Lebendig abgebildet. Vergr. 150.

Fig. 4. Dieselbe während des Vorganges der vierten Furchung, lebendig abgebildet — α, β, γ und δ sind die vier Zellen, welche aus einer Zelle des Stadium Fig. 3, und zwar aus der oberen rechten Zelle jener Figur hervorgegangen sind. Vergr. 150.

Fig. 5. Dieselbe Anlage nach der vierten Furchung, also aus 16 Zellen bestehend, die BAER'sche Höhle (*cs*) zeigend, lebendig abgebildet. Vergr. 150.

Fig. 6. Dieselbe nach der fünften Furchung, also aus 32 Zellen zusammengesetzt. Vergr. 150.

Fig. 7. Die Anlage nach der sechsten Furchung mit Essigsäure behandelt; im optischen Querschnitt gezeichnet. Es besteht dieselbe aus 32 grossen (*r*), und 32 kleinen Zellen (*q*), zusammen 64 Zellen. Vergr. 150.

Fig 8. Die Anlage nach der sechsten Furchung von der Oberfläche gesehen, lebendig gezeichnet. Vergr. 150.

Fig. 9. Die Anlage in der siebenten Furchung begriffen, wobei sich die beiden Zellenschichten gänzlich von einander abtrennen. Vergr. 75.

Fig. 10. Eine Zelle aus dem Stadium Fig. 6 mit Essigsäure behandelt. Im optischen Querschnitt dargestellt. Vergr. 200.

Fig. 11. Eine Zelle am Anfange der sechsten Furchung mit Essigsäure getödtet. Im optischen Querschnitt gesehen. Vergr. 200.

Fig. 12. Die Anlage am Anfange der siebenten Furchung von der Oberfläche gesehen. Man bemerkt ausser den Oberflächenzellen, die durch die vorige Furchung entstanden sind (*q*), noch andere Oberflächen-Zellen, die im Entstehen begriffen sind (*q'*) und grosse Zellen, welche noch nicht angefangen haben sich zu spalten. Lebendig abgebildet. Vergr. 90.

Fig. 13. Die Anlage gegen das Ende der siebenten Furchung, wobei noch einige Brücken (*i*) zwischen den Ectoderm- und Entodermzellen bestehen; lebendig im optischen Querschnitt dargestellt. Vergr. 75.

Fig. 14. Die Anlage nach Vollendung der siebenten Furchung, lebendig, im optischen Querschnitt gezeichnet. Vergr. 90.

Fig. 15. Die Anlage 24 Stunden nach der Befruchtung. Die Ecto- und Entodermzellen sind vermehrt; zwischen beiden befindet sich die Gallerte (*y*). Mit Essigsäure behandelt. Vergr. 150.

Tafel XXV.

Fig. 16. Die Anlage 30 Stunden nach der Befruchtung. Lebendig dargestellt. Vergr. 50.

Fig. 17. Die Anlage etwa 40 Stunden nach der Befruchtung. Spärliche, feine, lange Wimpern sind schon sichtbar, welche die Larve langsam fortbewegen. Diese Wimpern sind auf der Tafel weggelassen, da es nicht möglich war dieselben auf so geringer Scala richtig darzustellen. Nach dem Leben gezeichnet. Vergr. 50.

Fig. 18. Der orale Pol der Larve, 3 Tage und 10 Stunden nach der Befruchtung des Eies. In der Profilansicht, mit dem pflasterepithelartigen Ectoderm (*Ec*), dem eingestülpten Entoderm (*En*), und der oralen Ectodermscheibe (*k*), nach Essigsäurebehandlung dargestellt. Vergr. 150.

Fig. 19. Der orale Pol einer $6^1/_2$ Tage alten Larve (von der Befruchtung an gerechnet). Von unten gesehen, mit dem offenen Munde (*l*), welcher in das cavum der Entodermkugel führt; dem Randwulste (*m*) und den ersten Fangarmen (*t*). Mit Essigsäure behandelt. Vergrösserung 150.

Fig. 20. Der orale Pol einer etwas weiter ausgebildeten, mit dem Müller'schen Netze im Meere gefangenen Larve, von unten und etwas von der Seite betrachtet. Die Mundlippen (*l*) stehen weit offen und lassen in den Magen (*s*) schauen; das Segel (*v*) steht ebenfalls offen; die Fangarme (*t*) sind nach innen gebogen. Die Schirmhöhle (*cu*) ist bereits recht deutlich zu sehen. Vom Leben gezeichnet. Vergrösserung 50.

Fig. 21. Der orale Pol, im selben Stadium wie Fig. 20; mit Essigsäure behandelt. Von der Seite gesehen und im optischen Querschnitt dargestellt. Die Theile sind ohngefähr in derselben Lage wie auf der vorigen Figur, Vergr. 50.

Fig. 22. Etwas ältere Larve mit geschlossenen Mundlippen (*l*), zusammengezogenem Schirmrande (*m*) und tiefer Schirmhöhle (*cu*). Von unten und etwas von der Seite am lebendigen Thiere gezeichnet. Vergr. 50.

Fig. 23. Aeltere Larve von unten gesehen, mit zusammengezogenen Lippen und Schirmrand, und weit ausgestreckten Fangarmen, mit welchen die Larve ruckweise das Wasser schlägt. Lebendig. Vergr. 50.

Fig. 24. Weiteres Stadium. Die Larve von der Seite betrachtet, mit retrahirten Fangarmen. Einige Nesselfäden (*u*) sind ausgestreckt; der Magen ist leer. Mit Essigsäure behandelt. Vergr. 50.

Fig. 25. Aelteste Larve, welche ihre Wimpern bereits verloren hat und mit dem Segel schwimmt. Die Schirmhöhle (*cu*) ist tief und geräumig, die Anlage der Sinnesorgane (*t'*) zeigt sich schon am Schirmrande. Lebendig dargestellt. Vergr. 50.

Die Buchstaben sind dieselben für alle Figuren, nämlich:

a — Endoplasma
b — Ectoplasma
c — Eihaut
d — Eihülle
f — Falten der Eihaut
n — der Kern
g — Vacuolen zwischen den Zellen
h — um die Anziehungsmittelpuncte herum wie Sternstrahlen angeordnete Protoplasmapünctchen
i — die Substanz-Brücken, welche zwischen den Zellen 7. und 8. Generation am Ende der 7. Furchung eine Zeit lang bestehen
cs — Furchungs- oder BAER'sche Höhle
Ec — Ectoderm
En — Entoderm
q — kleine Zellen 7. Generation nach der 6. Furchung
r — grosse Zellen 7. Generation nach der 6. Furchung
j — geisselförmiger Fortsatz der Fangarme
k — verdickte, orale Ectodermscheibe
l — Mundlippen
m — Schirmrand
s — Magen
t — Fangarme
u — Nesselzellen
v — Segel
y — Schirmgallerte
z — solider zelliger Achsenstrang (sogenannter Knorpel) der Fangarme
cu — Schirmhöhle.

Bemerkung: Sämmtliche Zeichnungen sind sorgfältig mit der Camera entworfen, und die Vergrösserungen sind jedesmal genau controlirt worden, so dass der Leser leicht, mit Hülfe des Zirkels, auf den Figuren die Masse auffinden kann, die ich etwa vergessen hätte im Texte anzugeben.

Bis zur Fig. 19 (inclusive), sind alle Zeichnungen nach Eiern und Larven gemacht, die in meinen Aquarien gelegt wurden, und die ich daselbst gross zog. Fig. 1 bis 6 und Fig. 8 sind nach einem und demselben Eie in unverrückter Stellung entworfen.

Von der Fig. 20 an dienten als Objecte ältere Larven, die ich im Meere mit dem MÜLLER'schen Netze in ziemlicher Menge fing.

Untersuchung über sauerstoffreiche Kohlenstoffsäuren.

Von

A. Geuther.

Vor nunmehr fünf Jahren wurde die erste Abhandlung über diesen Gegenstand veröffentlicht[1]. Es war dies die Abhandlung RIEMANN's über die Einwirkung der conc. Salzsäure auf Weinsäure und Traubensäure in höherer Temperatur. Damals habe ich erwähnt, dass auch Versuche in gleicher Richtung mit der Citronensäure unternommen worden seien, welche zur Kenntniss zweier neuer Säuren von der Zusammensetzung: $C^{10}H^{12}O^{9}$ und $C^{9}H^{10}O^{6}$ geführt hätten. Die nähere Untersuchung dieses Vorgangs durch Herrn Dr. O. HERGT, welche im Folgenden niedergelegt ist, zeigt, dass nur die letztere Säure als Zersetzungsproduct auftritt, die erstere dagegen sich als unreine und modificirte Citronensäure ergeben hat.

II. Abhandlung.

Ueber die Einwirkung von conc. Chlorwasserstoffsäure auf Citronensäure in höheren Temperaturen.

Von Dr. **Otto Hergt.**

Je nach der Temperatur, bei welcher die Einwirkung der Salzsäure auf Citronensäure stattfindet, sind die Producte, welche resultiren, verschieden. Bei einer Temperatur unter 140° löst sich die Citronensäure in der Salzsäure, indem dabei keine, oder nur eine unwesentliche Zersetzung stattfindet. Beim höheren Erhitzen haben wir folgende zwei Phasen der Einwirkung zu unterscheiden:

1) Diese 7

1) Die Bildung von Aconitsäure unter Austritt von Wasser beim Erhitzen auf 140° bis 150° C.

2) Die Bildung von Diconsäure, einer neuen Säure von der Zusammensetzung $C^9H^{10}O^6$, unter gleichzeitiger Entwickelung von Kohlensäure und Kohlenoxyd, beim Erhitzen auf 190° bis 200° C.

Ausführung der Versuche.

Gepulverte Citronensäure wird in Röhren (am besten von schwer schmelzbarem böhmischen Glas) mit etwa dem 3 bis 4fachen Volumen conc. Salzsäure eingeschlossen. Um das Zerspringen der Röhren beim Erhitzen auf höhere Temperaturen zu vermeiden, ist es rathsam, zu einer jedesmaligen Zersetzung nur ungefähr 3 bis 4 gr. Citronensäure anzuwenden, und die Röhren so lang zu machen, dass sie nur zu $^1/_3$ ihres Inhaltes vom Gemisch erfüllt werden. Ferner muss man das Erhitzen der Röhren etwa alle zwei Stunden unterbrechen, um durch vorsichtiges Oeffnen derselben die gebildeten Gase entfernen zu können.

I. Die Einwirkung beim Erhitzen auf 140° bis 150° C.

Erhitzt man Citronensäure, wie oben angegeben, mit Salzsäure auf 140° C., so scheidet die Anfangs farblose Flüssigkeit schon nach dem ersten Oeffnen beim Erkalten einen festen Körper aus, der seinem Aeusseren nach wenig Aehnlichkeit mit Citronensäure hat. In den Röhren zeigt sich ein schwacher Druck, der von einer bei dieser Temperatur nebensächlichen und weiter unten zu besprechenden Zersetzung, wobei sich Kohlensäure und Kohlenoxyd bildet, herrührt. — Nach etwa zweimal zweistündigem Erhitzen ist die grösste Hälfte der Citronensäure in die sich ausscheidende Aconitsäure übergeführt, während noch eine dickflüssige syrupförmige Säure in der salzsauren Lösung bleibt. Um nun diese beiden Säuren zu trennen und ihre Existenz analytisch zu beweisen, wird der in ein Schälchen entleerte Röhreninhalt auf dem Wasserbade möglichst eingedampft, und hierauf mit conc. Salzsäure, in welcher nur die syrupförmige Säure löslich ist, behandelt, und durch Asbest filtrirt. Zur weiteren Reinigung wird sowohl mit der zurückbleibenden Aconitsäure als auch mit der durchgelaufenen Lösung dieselbe Operation wiederholt. Bevor die so erhaltene Aconitsäure einer Analyse unterworfen wurde, wurde sie, um sie von noch etwa anhaftender Citronensäure zu trennen, mit einer zur Lösung nicht ganz zureichenden Menge von Aether (worin Citronensäure schwer löslich ist) ausgezogen. Eine Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung von aus dieser ätherischen Lösung erhaltenen Säure ergab folgende Zahlen:

0,2714 gr. bei 110° getr. Säure lieferten 0,4149 gr. CO^2 entspre-

chend 0,1132 gr. = 41,7% C und 0,0942 gr. OH^2 entspr. 0,0105 gr. = 3,8% H.

	ber.	gef.
C^6	41,4	41,7
H^6	3,4	3,8
O^6	55,2	—

Diese gefundenen Zahlen stimmen nicht genau mit den aus der Formel berechneten überein. Die Differenz mag wohl daher kommen, dass entweder die Aconitsäure durch eine kleine Menge eines höheren Zersetzungsproductes verunreinigt, oder dass der zum Ausziehen benutzte Aether etwas alkoholhaltig war und sich in Folge dessen eine geringe Menge Aetheraconitsäure gebildet hatte. Um exactere Resultate zu erzielen, wurde die Säure mit Barytwasser neutralisirt, und das beim Eindampfen sich zuerst ausscheidende Baryumsalz analysirt.

0,2928 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen über Schwefelsäure 0,2800 gr. und nach dem Trocknen bei 275° 0,2553 gr. Der Gesammtwasserverlust beträgt mithin 0,0375 gr. = 12,8% (3 Mgt. Krystallwasser entspr. 12,5%). Der Wasserverlust der über Schwefelsäure getrockneten Substanz beträgt 0,0247 gr. = 8,8% (2 Mgt. Krystallwasser entspr. 8,7%). Zur Baryumbestimmung wurde das Salz durch Glühen in CO^3Ba^2 übergeführt. Es blieben zurück 0,2001 gr. CO^3Ba^2 entspr. 0,1392 gr. = 54,5% Ba (die Formel $C^6H^3Ba^3O^6$ verlangt 54,6%).

Schon früher wurden, wie oben mitgetheilt, im hiesigen Laboratorium von Grund Versuche über diesen Gegenstand angestellt. Auch er fand, dass als erstes Product der Einwirkung von Salzsäure auf Citronensäure Aconitsäure auftrete. Er führte dieselbe in das Silbersalz über, dessen Beschreibung zur weiteren Bestätigung meiner Angaben folgen möge.

Neutralisirt man die auf obige Weise erhaltene Aconitsäure genau mit Natrium-Carbonat, und versetzt sie nach dem Austreiben der Kohlensäure in der Kälte mit Argenti-Nitrat, so entsteht ein weisser, käsiger, in Wasser fast unlöslicher Niederschlag, der sich am Lichte färbt, und nach einiger Zeit eine krystallinische Structur annimmt. Beim schnellen Erhitzen zersetzt er sich explosionsartig, unter Entwickelung brauner Dämpfe und Hinterlassung von wurmförmigem Kohlensilber. Er enthält kein Krystallwasser.

1. 0,3289 gr. bei 100° getr. Salz lieferte 0,2867 gr. $AgCl^2$ entsprechend 0,2158 gr. = 65,6% Ag.

2. 0,4461 gr. bei 100° getr. Salz gaben 0,3876 gr. $AgCl^2$ entspr. 0,2917 gr. = 65,4% Ag.

Die Formel $(C^6H^3O^6)^2Ag^3$ verlangt 65,5% Ag.

Die Thatsache der Aconitsäurebildung lässt sich übrigens recht gut mit den Beobachtungen von DESSAIGNES und M. MERCADANTE vereinigen. Jener bemerkte[1]), dass beim mehrstündigen Erhitzen von Citronensäure mit Salzsäure die erstere theilweise in Aconitsäure übergeführt wird. Ebenso erhielt M. MERCADANTE[2]) beim Kochen von Citronensäure mit Bromwasserstoff vom Siedepunct 126°, wenn auch nur geringe Mengen von Aconitsäure. Uebrigens beobachtete DESSAIGNES[3]) schon beim 100stündigen Kochen einer conc. wässrigen Lösung von Citronensäure die Bildung von etwas Aconitsäure neben einer nicht näher beschriebenen flüchtigen Säure.

Neben der Aconitsäure bildet sich, wie oben angegeben, noch eine syrupförmige Säure, welche nach dem Eindampfen der salzsauren Lösung zurückbleibt, und welcher in der ersten Mittheilung[4]), gestützt auf Resultate, welche GRUND erhalten hatte, die Formel $C^{10}H^{12}O^{9}$ zugeschrieben worden ist. Um diese Säure rein zu gewinnen, wurde die, durch Eindampfen auf dem Wasserbade möglichst von Salzsäure befreite wässrige Lösung derselben mit Natrium-Carbonat neutralisirt und hierauf zunächst mit wenig Baryum-Chlorid versetzt, um so das sich zuerst bildende schwer lösliche aconitsaure Baryum und das durch einen etwaigen Ueberschuss von Natriumcarbonat entstehende Baryumcarbonat zu entfernen. Hierauf wurde die vom Niederschlag getrennte Flüssigkeit mit einer zur Bildung des Baryumsalzes sicher zureichenden Menge von Baryum-Chlorid versetzt. Ist die Lösung sehr verdünnt, so scheidet sich das Baryumsalz erst beim Eindampfen in Form einer zarten Krystallhaut ab. Ist die Lösung concentrirter, so entsteht schon in der Kälte ein voluminöser Niederschlag, der beim Erhitzen krystallinisch wird. Das ausgeschiedene Baryumsalz wurde auf dem Filter gesammelt und durch sorgfältiges Auswaschen vom anhaftenden Chlornatrium vollständig befreit. Die Analyse der zwei ersten Krystallisationen ergab folgende Zahlen:

1. 0,2003 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 140° 0,1860 gr. Der Wasserverlust beträgt 0,0143 gr. = 7,1%. Die bleibenden 0,1860 gr. ergaben 0,1584 gr. $SO^{4}Ba^{2}$ entspr. 0,0931 gr. = 50,1% Ba. — Ferner lieferten 0,1866 gr. bei 140° getrocknetes Salz bei der Verbrennung 0,0952 gr. CO^{2} entspr. 0,0260 gr. = 14,0% C und 0,0312 gr. OH^{2} entspr. 0,0034 gr. = 1,8% H. Nun halten die 50,1% Ba, welche beim Verbrennen als $CO^{3}Ba^{2}$ nicht weiter verändert

1) Chem. Jahrber. 1856, p. 468.
2) I. p. Chem. N. F. 3, p. 356.
3) Chem. Centralblatt 1864, p. 850.
4) Diese Zeitschrift IV, p. 289.

werden, zurück 4,4% C. Mithin beträgt die Gesammtmenge des Kohlenstoffs 18,4%.

Zur Controle wurde mit demselben Salze noch eine zweite Elementaranalyse ausgeführt. Die Verbrennung von 0,2125 gr. bei 140° getr. Salz ergab 0,0333 gr. OH^2, entpsr. 0,0037 gr. = 1,7% H und 0,1087 gr. CO^2 entspr. 0,0296 gr. = 13,9% C. Dazu kommen die 4,4% C welche an Baryum gebunden zurückbleiben. Der Gesammtkohlenstoff beträgt mithin 18,3%.

2. 0,2150 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 140° 0,2016 gr. und ergab 0.1722 gr. SO^4Ba^2 entsprechend 0,1012 gr. = 50,2% Ba. Der Wasserverlust beträgt 0,0134 gr. = 6,2%.

Die Mutterlauge von der zweiten Krystallisation wurde mit Salzsäure zur Trockne verdampft und die aus dem Gemisch von BaCl und freier Säure mit Aether ausgezogene Säure mit BaOH neutralisirt und das hierdurch erhaltene Baryumsalz analysirt:

3. 0,1570 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 140° 0,1465 gr. und ergab 0,1268 gr. SO^4Ba^2, entspr. 0,0744 gr. = 50,7% Ba. Der Wasserverlust beträgt 0,0105 gr. = 6,7%.

Zur Verbrennung wurden angewandt 0,2135 gr. lufttrockne Substanz. Sie verlor beim Trocknen bei 140° 0,0142 gr. = 6,6% Wasser. Die rückständigen 0,1993 gr. lieferten 0,0298 gr OH^2, entsprechend 0,0033 gr. = 1,7% H und 0,1010 gr. CO^2 entspr. 0,0275 gr. = 13,8% C. Dazu kommen noch die 4,4% C welche vom Baryum zurückgehalten werden. Der Gesammtkohlenstoff beträgt mithin 81,2%.

Endlich wurde noch die bei einer zweiten Einwirkung von Salzsäure auf Citronensäure erhaltene syrupförmige Säure in das Baryumsalz übergeführt, und das letztere analysirt:

4. 0,2008 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 140° 0,1859 gr. und gab 0,1610 gr. SO^4Ba^2 entspr. 0,0946 gr. = 50,9% Ba. Der Wasserverlust beträgt 0,0149 gr. = 7,4%.

Für alle diese Analysen, die ziemlich untereinander übereinstimmen, lässt sich keine einfache Formel finden. Am nächsten passen die Zahlen, wie es folgende Zusammenstellung zeigt auf die Formel $C^4H^4Ba^2O^5$.

	ber.	gef.				
		1ᵃ	1ᵇ	2.	3.	4.
C^4	17,9	18,4	18,3	—	18,2	—
H^4	1,5	1,8	1,7	—	1,7	—
Ba^2	50,9	50,1		50,2	50,7	50,9
O^5	29,7	—	—	—	—	—

Die Formel $C^4H^4Ba^2O^5$ unterscheidet sich nun, wie aus folgender Gleichung hervorgeht, von der Formel des Baryumsalzes der Citronen-

säure ($C^6H^5Ba^3O^7$) nur durch einen geringen Wassergehalt, denn

$$3\ C^4H^4Ba^2O^5 = 2\ C^6H^5Ba^3O^7 + OH^2.$$

Es führte dies sowohl, als auch der Umstand, dass citronensaures Baryum sein Krystallwasser erst etwa bei 200° vollständig verliert, zur Vermuthung, dass das analysirte Salz weiter nichts als unreines citronensaures Baryum sei, welches noch eine gewisse Wassermenge enthielt. Um dies nachzuweisen wurde das erhaltene Baryumsalz durch mehrmaliges Umkrystallisiren gereinigt und hierauf analysirt.

0,2734 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 210° 0,2496 gr. und ergab 0,2206 gr. SO^4Ba^2 entspr. 0,1297 gr. = 52,0% Ba. (Für citronensaures Baryum = $C^6H^5Ba^3O^7$ berechnen sich 52,1% Ba.) Der Wasserverlust beträgt 0,0238 gr. = 8,7%.

Eine zweite Portion des umkrystallisirten Baryumsalzes ergab bei der Analyse folgende Zahlen:

0,5247 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen über Schwefelsäure 0,5158 gr. und nach dem Trocknen bei 210° 0,4777 gr. Es verlor mithin das lufttrockne Salz 9,0% und das über Schwefelsäure getrocknete 7,6% Wasser. Die Baryumbestimmung ergab 0,4229 gr. SO^4Ba^2, entspr. 0,2487 gr. = 52,1% Ba.

Zur Elementaranalyse wurden verwendet 0,2710 gr. lufttrocknes Salz. Nach dem Trocknen bei 210° blieben 0,2491 gr. (Wasserverlust 8,8%). Diese gaben 0,0342 gr. OH^2, entspr. 0,0038 gr. = 1,5% H und 0,1227 gr. CO^2 entspr. 0,0335 gr. = 13,44% C. Dazu kommen 4,56% C welche von den 52,1% Baryum zurückgehalten werden. Es beträgt mithin die Gesammtmenge des Kohlenstoffs 18,0%.

Die gefundenen analytischen Resultate stimmen, wie folgende Zusammenstellung zeigt, ziemlich genau mit den für citronensaures Baryum berechneten Zahlen überein

	ber.	gef.
C^6	18,2	18,0
H^5	1,3	1,5
Ba^3	52,1	52,1
O^7	28,4	—

Was den Krystallwassergehalt des analysirten Baryumsalzes anlangt, so entspricht derselbe einem Gemenge der beiden von H. Kämmerer [1] beschriebenen Salze $2C^6H^5Ba^3O^7 + 5OH^2$ (enthält 10,2% Krystallwasser) und $4C^6H^5Ba^3O^7 + 7OH^2$ (enth. 7,4% Krystallwasser).

Um die vollständige Identität dieser syrupförmigen Säure mit der gewöhnlichen Citronensäure nachzuweisen, blieb nur noch übrig zu

[1]) Ann. Ch. Phm. 148, p. 296.

zeigen, dass dieselbe mit Salzsäure erhitzt ebenfalls in Aconitsäure übergeht. Es wurde daher solche aus dem Baryumsalz durch Salzsäure abgeschiedene, mit Aether ausgezogene, und von letzterem wiederum durch längeres Erhitzen auf dem Wasserbade vollständig befreite Säure in Röhren mit Salzsäure eingeschlossen und auf 140° erhitzt. Schon nach einer etwa $^1/_2$stündigen Einwirkung musste dieselbe, da die eine Röhre explodirte, unterbrochen werden. Die kaffeebraune Lösung in den noch übrigen Röhren blieb beim Erkalten klar. Wohl aber liess sich auf derselben eine etwa 2mm hohe, leicht bewegliche Flüssigkeitsschicht erkennen. Nach dem Oeffnen, wobei sich nur schwacher Druck zeigte, entwich ein mit grün gesäumter Flamme brennendes Gas, und im selben Masse nahm die leichte Flüssigkeitsschicht ab. Beim Abkühlen der Röhre in kaltem Wasser hörte die Gasentwickelung auf, und es war keine Abnahme der leichten Flüssigkeit mehr zu bemerken. Die Gasentwickelung rührte also von dieser schon bei niederer Temperatur siedenden Flüssigkeit her, die wir ihrem Verhalten nach als Chloräthyl erkennen können. Da nun ein gleiches Auftreten von Chloräthyl beim Erhitzen von solcher syrupförmiger Citronensäure, die nur durch Salzsäure von der gebildeten Aconitsäure getrennt, also nicht mit Aether behandelt war, nicht wahrgenommen werden konnte, so ist anzunehmen, dass in Folge eines geringen Alkoholgehaltes des zum Ausziehen der Säure benutzten Aethers, sich etwas Aethercitronensäure gebildet hat, welche sich beim Erhitzen mit Salzsäure in Citronensäure und Chloräthyl verwandelte. Aus dem Umstande, dass sich unter den angegebenen Bedingungen Aethercitronensäure bilden kann, ist wohl auch zu erklären, dass diese syrupförmige Säure, wie oben angegeben, für eine neue Säure der Zusammensetzung $C^{10}H^{12}O^7$ gehalten wurde, denn in der That war zur Analyse solche aus ätherischer Lösung erhaltene Säure verwendet worden. Der Röhreninhalt wurde nun durch Erhitzen im Wasserbade von dem gebildeten Chloräthyl befreit, und hierauf abermals auf 140° erhitzt. Es bildete sich wieder eine kleine Menge von Chloräthyl; beim Erkalten schied sich aber ein fester Körper aus, der leicht als Aconitsäure erkannt werden konnte.

Wenn auch die angeführten Thatsachen kaum einen Zweifel übrig lassen, dass wir es wirklich mit weiter nichts als mit Citronensäure zu thun haben, so ist doch immer merkwürdig, dass diese syrupförmige Säure nicht krystallinisch erhalten werden konnte. Nur bei der mit Aether behandelten Säure [illegible] durch einen geringen Aethercitronensäuregehalt erkl[illegible] lere, mit Salzsäure erhitzte, aber nicht mit Aether [illegible] ure war, namentlich wenn der Röhreninhalt e[illegible] mmen hatte, nicht

zum Krystallisiren zu bringen. In letzterem Falle sind es wahrscheinlich geringe Mengen dunkler harzartiger, beim höheren Erhitzen sich reichlicher bildende Zersetzungsproducte, welche die Krystallisation der Citronensäure hindern. Allerdings wäre es auch denkbar, dass kleine Mengen anhaftender Salzsäure in gleicher Weise wirken könnten. Versuche, welche ich in dieser Hinsicht anstellte, indem ich in Salzsäure gelöste Citronensäure auf dem Wasserbade verdampfte, ergaben mir jedoch, dass erstere Säure keinen Einfluss auf die Krystallisationsfähigkeit hat. Die gewöhnlich dicksyrupförmige, farblose, nach dem Eindampfen verbleibende Flüssigkeit krystallisirt nämlich ziemlich schnell, oder doch längstens nach einem 12stündigen Stehen. Auch solche Citronensäure die mit conc. Salzsäure nicht zu lange Zeit auf 130 bis 140° erhitzt war, schied nach dem Eindampfen wenn auch erst nach längerem Stehen deutliche Krystalle von Citronensäure aus.

II. Die Einwirkung beim Erhitzen auf 190° bis 200° C.

Schon beim Erhitzen der Citronensäure mit Salzsäure auf 170° macht sich, indem zugleich eine stärkere Bräunung des Röhreninhaltes eintritt, in den Röhren ein ziemlich erheblicher Druck bemerklich. Beim Erkalten scheidet sich jetzt nur noch wenig, und wenn lange genug erhitzt war, gar keine Aconitsäure mehr aus. Doch genügt diese Temperatur zur vollständigen Zersetzung nicht. Erhitzt man allmälig stärker bis endlich auf 190° und 200°, so wird der Druck, in Folge der bei der Einwirkung auftretenden Gase, sehr bedeutend, und steigt mit der zunehmenden Temperatur. Erst nach längerem Erhitzen auf 200° wird die Gasentwickelung allmälig schwächer.

Der braune Röhreninhalt enthält neben einer in Alkohol und Aether löslichen kohlig-harzartigen Masse, die als unwesentliches Nebenproduct nicht weiter untersucht wurde, wiederum zwei Säuren, eine nach dem Eindampfen des Röhreninhaltes krystallisirende, die Eingangs erwähnte Diconsäure, und eine syrupförmige, die sich wiederum nur als unreine Citronensäure erwies. Zur Trennung der beiden Säuren wird der Röhreninhalt, nachdem er durch Filtration von der Hauptmenge des kohligen Harzes befreit ist, auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. In dem verbleibenden dicksyrupförmigen Rückstande scheidet sich, jedoch erst nach längerem, etwa eintägigem Stehen, die Diconsäure krystallinisch aus. Um sie zu gewinnen, wird die syrupförmige Säure aus dem Rückstande mit conc. Salzsäure weggelöst, während die in Salzsäure ziemlich schwer löslichen Krystalle auf einem Asbestfilter gesammelt und von der noch anhaftenden braunen Flüssigkeit durch Waschen mit conc. Salzsäure befreit werden. Zur weiteren Reinigung,

und namentlich zur Trennung von anhaftender Salzsäure, wird die so erhaltene Diconsäure aus Wasser umkrystallisirt. Die Säure hat, wie Herr Prof. Geuther schon früher mittheilte[1], die Zusammensetzung $C^9H^{10}O^6$. Diese Angabe stützt sich auf die Analysen von H. Riemann welche hier folgen mögen:

1. 0,2339 gr. bei 110° getr. Säure gab 0,4328 gr. CO^2 entspr. 0,1180 gr. = 50,4 % C und 0,1049 gr. OH^2 entspr. 0,0165 gr. = 4,9 % H.

2. 0,1737 gr. bei 110° bis 112° getr. Säure gab 0,3194 gr. CO^2 entspr. 0,0871 gr. = 50,2 % C und 0,0761 gr. OH^2 entspr 0,0085 gr. = 4,9 % H.

3. 0,2036 gr. trockne Säure gab 0,3772 gr. CO^2, entspr. 0,1029 gr. = 50,5 % C und 0,0911 gr. OH^2 entspr. 0,0101 gr. = 4,9 % H.

	ber.	gef.		
		1.	2.	3.
C^9	50,5	50,4	50,2	50,5
H^{10}	4,7	4,9	4,9	4,9
O^6	44,8	—	—	—

Die Bildungsgleichung dieser neuen Säure aus Citronensäure ist

$$\underset{\text{Citrs.}}{2\,C^6H^8O^7} = \underset{\text{Dicons.}}{C^9H^{10}O^6} + 2\,CO^2 + CO + 3\,OH^2.$$

Da die Diconsäure nicht direct aus Citronensäure entsteht, sondern diese erst durch Wasserverlust in Aconitsäure übergeführt wird, aus welcher letzteren dann durch weitere Zersetzung unsere Säure hervorgeht, ist es passender die obige Bildungsgleichung in folgende zwei zu zerlegen:

$$C^6H^8O^7 = C^6H^6O^6 + OH^2$$
$$2\,C^6H^6O^6 = C^9H^{10}O^6 + 2\,CO^2 + CO + OH^2.$$

Dass die krystallisirte Säure auch direct durch Erbitzen von Aconitsäure mit Salzsäure auf 200° erhalten werden kann, wurde durch besondere Versuche nachgewiesen. Die Thatsache, dass sich unsere krystallisirte Säure aus zwei Mischungsgewichten Aconitsäure bildet, ist die Veranlassung gewesen, sie mit dem Namen Diconsäure zu belegen.

Um die in der salzsauren Lösung befindliche syrupförmige Säure näher zu untersuchen, ist es rathsam, die Lösung wieder auf dem Wasserbade zur Vertreibung der Salzsäure zu verdampfen. Dabei scheiden sich wieder Krystalle der Diconsäure aus. Um nun die Trennung möglichst rasch zu bewerkstelligen, ist es am besten, da das Baryumsalz der Diconsäure leicht, während das der syr[illegible] Säure schwer

1) Diese Zeitschrift IV, p. 289.

löslich ist, das Säuregemenge durch Neutralisiren mit Natriumcarl und hierauf folgendes Versetzen mit Baryumchlorid in die entsprec den Baryumsalze überzuführen. Ist die Lösung concentrirt genug scheidet sich schon beim Zusatz des Chlorbaryum's das schwer lös Baryumsalz der syrupförmigen Säure als flockiger Niederschlag aus, beim Erwärmen krystallinisch wird, während das sehr leicht lös Baryumsalz der Diconsäure in der Mutterlauge bleibt. Diese wird Wiedergewinnung der Diconsäure mit Salzsäure zersetzt, zur Tro verdampft und die aus dem mit Hülfe von alkoholfreiem Aether ber ten ätherischen Auszug erhaltene Säure durch Waschen mit c Salzsäure von noch etwa anhaftender syrupförmiger Säure befreit.

Mit dem schwer löslichen Baryumsalz wurden nach mehrmali Umkrystallisiren verschiedene Analysen ausgeführt. Alle deuteten da hin, dass man es mit einem Gemisch von Baryumsalzen verschied Säuren zu thun habe, die sich durch blosses Umkrystallisiren nicht t nen lassen. Es folgt hier, da die gefundenen Resultate so ziemlich un einander übereinstimmen, nur eine Analyse:

0,2843 gr. über Schwefelsäure getrocknete Substanz wog nach Erhitzen auf 250° 0,2620 gr. und gab 0,2288 gr. SO^4Ba^2, entspr. 0,1 gr. = 51,3 % Ba. Der Wasserverlust beträgt 0,0223 gr. = 7,8 %

Ferner gaben 0,2293 gr. bei 250° getrocknete Substanz bei der brennung 0,0261 gr. OH^2, entspr. 0,0029 gr. = 1,3 % H und 0,1 gr. CO^2 entspr. 0,0352 gr. = 15,4 % C. Dazu kommen noch 4,5 welche vom Baryum zurückgehalten werden. Die Gesammtmenge Kohlenstoffs beträgt mithin 19,9 %.

Diese gefundenen Zahlen stimmen weder mit der Formel für c nensaures, noch für aconitsaures, noch für diconsaures Baryum ü ein, wohl aber lassen sie vermuthen, dass wir es der Hauptsache r mit citronensaurem Baryum, dem etwas diconsaures beigemengt ist thun haben. Wenigstens lässt sich dadurch der zu geringe Baryum- der zu hohe Kohlenstoffgehalt erklären. Der Uebersichtlichkeit ha folgt nachstehende Zusammenstellung:

Citrs.		Aconits.		Dicons.		Syrupf. S	
	ber		ber.		ber.		gef.
C^6	18,2	C^6	19,1	C^9	30,9	C	19,9
H^5	1,3	H^3	0,8	H^8	2,3	H	1,3
Ba^3	52,1	Ba^3	54,6	Ba^2	39,3	Ba	51,3
O^7	28,4	O^6	25,5	O^6	27,5	O	—

Die Vermuthung, dass die syrupförmige Säure der Hauptsache r Citronensäure sei, wurde schliesslich dadurch bestätigt, dass sie ihrem Baryumsalz abgeschieden und mit concentrirter Salzsäure

Neuem in Röhren eingeschlossen und auf 140° erhitzt, wieder Aconitsäure gab. Letztere konnte jedoch nur in kleinen Mengen, und nur dann wahrgenommen werden, wenn verhältnissmässig viel Säure angewandt worden war. Wird allmälig höher bis auf 200° erhitzt, so bilden sich unter ziemlich beträchtlicher Gasentwickelung neue Mengen von Diconsäure. Die Zersetzung der Aconitsäure war also beim Erhitzen auf 200°, trotzdem die Gasentwickelung aufhörte, keine vollständige. Es lässt sich dies nur dadurch erklären, dass die bei der Zersetzung auftretenden Wassermengen (und es sind dies, da die käufl. Citronensäure noch 1 Mgt. Krystallwasser enthält, 21,4% der angewandten Substanz) die Salzsäure verdünnen und dadurch unfähig machen, noch zersetzend einzuwirken. Denn durch fortgesetztes Erhitzen mit neuen Mengen conc. Salzsäure kann alle syrupförmige Säure in Diconsäure übergeführt werden.

Die schwere Krystallisationsfähigkeit dieser syrupförmigen Säure muss ebenso wie früher durch kleine Mengen beigemischter harzartiger Zersetzungsproducte erklärt werden; die letzteren sind es zugleich, welche der Säure ihre braune Farbe ertheilen.

Das Gas, welches bei der Zersetzung auftrat, erwies sich als aus einem Gemisch von Kohlensäure und Kohlenoxyd bestehend. Die erstere wurde leicht daran erkannt, dass sie Kalkwasser trübte. Zur Nachweisung des Kohlenoxyds wurde aus dem über Wasser aufgefangenen Gasgemenge die Kohlensäure durch Schütteln mit Natronlauge weggenommen und das zurückbleibende Gas untersucht. Es brennt mit schwach leuchtender blauer Flamme, und explodirt mit Luft gemengt nicht, oder nur schwach (Unterschied vom Wasserstoff). Ferner gab es, mit Kupferchlorür unter Absorption eine weisse Krystallhaut.

Die ungefähre quantitative Bestimmung des Verhältnisses in welchem Kohlensäure und Kohlenoxyd bei der Zersetzung auftreten, wurde in der Art ausgeführt, dass die fein ausgezogene Spitze der Röhre mittelst eines Kautschukschlauches mit einer Gasleitungsröhre verbunden wurde. Oeffnet man die Röhre durch vorsichtiges Abbrechen der Spitze so kann das Gas in graduirten Cylindern über Wasser gesammelt werden. Man erfährt so zunächst die Menge des Gemisches von Kohlensäure und Kohlenoxyd und nach dem Schütteln mit Natronlauge die Menge des Kohlenoxyds. Eine 4 gr. käufliche Citronensäure haltende Röhre wurde zu diesem Zwecke stufenweise von 160° bis auf 195° erhitzt, und das G[illegible]gebener Weise gesammelt. Es wurden folgende Zahlen

1.	Erhitzen auf	160°:	70^{ccm} $CO^2 + CO$;	32^{ccm} CO.
2.	,, ,,	165°:	84^{ccm} $CO^2 + CO$;	34^{ccm} CO.
3.	,, ,,	170°:	34^{ccm} $CO^2 + CO$;	12^{ccm} CO.
4.	,, ,,	175°:	50^{ccm} $CO^2 + CO$;	18^{ccm} CO.
5.	,, ,,	180°:	184^{ccm} $CO^2 + CO$;	58^{ccm} CO.
6.	,, ,,	185°:	144^{ccm} $CO^2 + CO$;	48^{ccm} CO.
7.	,, ,,	190°:	102^{ccm} $CO^2 + CO$;	46^{ccm} CO.
8.	,, ,,	195°:	34^{ccm} $CO^2 + CO$;	13^{ccm} CO.
		Summa:	702^{ccm} $CO^2 + CO$;	261^{ccm} CO.

Nun enthielt die Röhre noch ungefähr 24^{ccm} atmosphärische Luft, welche beim Kohlenoxyd zurückblieben. Es waren also nach Abzug dieser 24^{ccm} erhalten worden 678^{ccm} Gas, und dieses enthielt

441^{ccm} CO^2	entsprechend	0,871 gr.
237^{ccm} CO	,, ,,	0,297 gr.
678^{ccm} $CO^2 + CO$	,, ,,	1.168 gr.

Die Entstehungsgleichung verlangt, dass sich auf 2 Mgte CO^2 1 Mgt CO bildet, beide müssen also im Gewichtsverhältniss 88 : 28 d. i. nahezu = 3 : 1 stehen und dem entspricht ein Volumverhältniss der CO^2 zu CO von 2 : 1. Diesen der Formel nach berechneten Zahlen entsprechen die gefundenen Mengen nahezu. Nur die erst erhaltenen Gasmengen scheinen einen zu grossen Kohlenoxydgehalt zu ergeben; dies rührt jedoch daher, dass die beiden ersten Portionen die Hauptmenge der im Rohr enthaltenen atmosphärischen Luft, welche nach dem Waschen mit Natronlauge natürlich beim CO zurückbleiben musste, enthielt. Auch nach dem siebenten Mal Erhitzen wurde die Kohlenoxydmenge etwas zu gross gefunden. Hier hatte dies seinen Grund darin, dass das Gasgemenge erst längere Zeit über Wasser gestanden hatte, ehe die Ablesung vorgenommen wurde, und dass in Folge dessen ein Theil der CO^2 bereits vom Wasser absorbirt worden war. Also auch diese Gasbestimmungen sprechen dafür, dass ausser der Diconsäure keine andere Säure entstanden ist.

III. Die Diconsäure und ihre Salze.

Diconsäure = $C^9H^{10}O^6$ Sie ist in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich und scheidet sich aus diesen Lösungen in farblosen kleinen, ziemlich gut ausgebildeten, wahrscheinlich dem monoklinen System angehörigen Krystallen aus. Sie schmilzt unter schwacher Bräunung bei 199° bis 200°, fängt aber schon früher, etwa bei 190° an ein Sublimat an den kälteren Theilen des zur Schmelzpunctbestimmung angewandten

Röhrchens in Form farbloser, langer, säulenförmiger, in Wasser schwer löslicher Krystalle abzusetzen. Die Menge derselben war aber, trotzdem der Versuch mit etwa 0,6 Grm. wiederholt und die Temperatur allmälig bis 260° gesteigert wurde, doch zu gering, um sie näher untersuchen zu können. — Die Diconsäure reagirt stark sauer und treibt die Kohlensäure leicht aus ihren Verbindungen aus.

Salze.

Die freie Säure erzeugt blos mit einer Lösung von Zinnchlorür einen weissen gelatinösen Niederschlag, ihre löslichen Salze werden gefällt durch Eisenchlorid, basisches Bleiacetat und Zinnchlorür.

Diconsaures Kalium = $C^9H^8K^2O^6$. Wird erhalten, wenn man neutrales diconsaures Baryum mit der zur vollständigen Umsetzung nöthigen Menge schwefelsaurem Kalium versetzt. Ist in Wasser ein äusserst leicht lösliches, an feuchter Luft zerfliessliches Salz, das nur langsam über Schwefelsäure zur Trockne verdunstet. Beim Erhitzen auf 170° zersetzt es sich, indem es sich aufbläht.

Analyse: 0,4477 gr. über Schwefelsäure getrocknetes Salz wog nach dem Trocknen bei 150° 0,4307 gr. und hinterliess nach dem Glühen im Platintiegel 0,2025 gr. CO^3K^2 entsprechend 0,1380 gr. = 32,3% K^2O. Der Wasserverlust beträgt 0,0170 gr. = 3,8%. Die Formel verlangt 32,5% K^2O. 1 Mgt. Krystallwasser beträgt 5,8 %.

Diconsaures Ammonium = $C^9H^8(NH^4)^2O^6$. Die Lösung der Säure mit überschüssigem Ammoniak versetzt, scheidet beim Verdunsten über Schwefelsäure eine hornartige, eigenthümlich wachsglänzende, spröde Masse von krystallinischem Gefüge ab, welche sich in Wasser äusserst leicht löst, an feuchter Luft zerfliesst, etwa bei 95° schmilzt, und höher erhitzt Ammoniak abgiebt.

Analyse: 0,4909 gr. über Schwefelsäure getrocknete Substanz wog, nachdem sie kurze Zeit auf 95° erhitzt war, 0,4645 gr. und gab beim Destilliren mit Natronlauge 0,2020 gr. NH^4Cl, entspr. 0,0642 gr. = 13,8% NH^3. Der Wasserverlust beträgt 0,0264 gr. = 5,4%. — Die Formel verlangt 13,7% NH^3. 1 Mgt. Krystallwasser entspricht 6,8%.

Diconsaures Baryum. Das neutrale Salz = $2\,C^9H^8\overset{1}{Ba}{}^2O^6 + 3\,OH^2$ wird erhalten durch Lösen von Baryumcarbonat in der freien Säure oder besser durch Neutralisiren der Säure mit Barytwasser. Es ist ein in heissem schwerer als in kaltem Wasser lösliches Salz, das sich in harten Krystallkrusten beim Verdunsten der Lösung über Schwefelsäure an den Wandunge[illegible]n des Krystallisationsgefässes absetzt. Die Krystalle ve[illegible]t nicht, wohl aber verlieren

sie einen geringen Theil ihres Krystallwassers beim Trocknen über Schwefelsäure. Vollständig geht das Krystallwasser erst bei 200° weg. Beim Erhitzen auf 240° zersetzt sich das Salz unter Bräunung.

Analyse: 0,6429 gr. luftrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 200° 0,5984 gr. und gab 0,3977 gr. SO^4Ba^2, entspr. 0,2611 gr. = 43,6% Ba^2O (auf trocknes Salz ber.). Der Wasserverlust beträgt 0,0445 gr. = 6,9%. — Die Formel verlangt 43,8% Ba^2O und 7,2% OH^2.

Das saure Salz = $C^9H^9BaO^6$ bildet sich, wenn gleiche Mischgewichte neutrales Salz und freie Säure zur Trockne verdunstet werden. Es ist eine amorphe, glasartige, in Wasser äusserst leicht lösliche Masse.

Analyse: 0,6462 gr. bei 100° getr. Salz ergaben 0,2640 gr. SO^4Ba^2, entspr. 0,1734 gr. = 26,8% Ba^2O. — Die Formel verlangt 27,2% Ba^2O.

Diconsaures Strontium = $C^9H^8\overset{1}{S}r^2O^6 + 5OH^2$. Verdunstet man die Lösung von reinem Strontium-Carbonat in der freien Säure über Schwefelsäure, so scheidet sich das Salz als eine kleinkrystallinische an den Wandungen des Krystallisationsgefässes schaumartig emporkriechende, in kaltem Wasser leichter als in heissem lösliche Masse aus.

Analyse: 0,4068 gr. lufttrocknes Salz hinterliess nach dem Trocknen bei 200° 0,3110 gr. und gab 0,1888 gr. SO^4Sr^2 entspr. 0,1065 gr. = 34,2% Sr^2O. ($C^9H^8Sr^2O^6$ verlangt 34,6% Sr^2O). Der Wasserverlust beträgt 0,0958 gr. = 23,5%. — Die Formel verlangt 23,2%.

Diconsaures Calcium = $C^9H^8\overset{1}{C}a^2O^6 + OH^2$. Auf gleiche Weise zu erhalten wie das vorige Salz. Es ist ebenfalls eine kleinkrystallinische in kaltem Wasser leichter als in heissem lösliche Masse.

Analyse: 0,2360 gr. lufttr. Salz wog nach dem Trocknen bei 170° 0,2214 gr. und ergab 0,0486 gr. = 22,0% Ca^2O. Der Wasserverlust beträgt 0,0146 gr. = 6,2%. — Die Formel verlangt 22,2% Ca^2O und 6,7% OH^2.

Diconsaures Magnesium = $C^9H^8\overset{1}{M}g^2O^6 + 6OH^2$. In Wasser leicht lösliche, kleinkrystallinische Masse, die auf gleiche Weise wie die vorige Verbindung zu erhalten ist. Setzt sich in harten Krusten am Krystallisationsgefäss an.

Analyse: 0,5357 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 160° 0,3680 gr. und gab 0,1706 gr. $P^2O^7Mg^4$ entspr. 0,0615 gr. = 16,7% Mg^2O. ($C^9H^8Mg^2O^6$ verlangt 16,9% Mg^2O). Der Wasserverlust beträgt 0,1677 gr. = 31,3%. Die Formel verlangt 31,4%. —

Diconsaures Eisenoxyd. Versetzt man ein lösliches Salz der Diconsäure mit Ferrichlorid, so entsteht ein im Ueberschuss des Fällungsmittels löslicher, orangerother, nach dem Trocknen mehr ockerfarbiger Niederschlag. Es wurde, da die Analyse nicht zu einfachen Resultaten

führte, der Niederschlag von zwei verschiedenen Fällungen untersucht, bei deren erster eine Lösung von gewöhnlichem, käuflichen Eisenchlorid im geringen Ueberschuss, und bei deren zweiter eine Lösung von reinem, durch Sublimation von $FeCl^2$ im Chlorstrom erhaltenen Eisenchlorid in zur vollständigen Fällung nicht ganz zureichender Menge angewandt wurde.

1. Analyse des auf die erste Weise erhaltenen Niederschlages:

0,3542 gr. über Schwefelsäure getrocknete Substanz verlor nach dem Trocknen bei 150° 0,0342 gr. = 9,7% Wasser, und gab 0,0843 gr. =26,3% Fe^2O^3 (auf trocknes Salz berechnet).

2. Analyse des auf die zweite Weise erhaltenen Niederschlages:

0,3493 gr. lufttrocknes Salz verlor bei 150° 0,0870 gr. = 25,0% Wasser, und gab 0,0678 gr. = 25,8% Fe^2O^3 (auf trocknes Salz ber.).

Ueber 150° erhitzt zersetzt sich das Salz.

Wäre das entstandene Salz den vorigen analog zusammengesetzt, so müsste ihm die Formel $(C^9H^8O^6)^3Fe^2$ zukommen. Diese aber enthält 21,4% Fe^2O^3. Wir haben hier eine eisenreichere Verbindung wahrscheinlich von der Formel: $C^9H^9\left[\overset{III}{Fe}(OH)^2\right]O^6$. Diese verlangt 26,4% Fe^2O^3.

Diconsaures Manganoxydul = $C^9H^8MnO^6 + 5OH^2$. Wird in ziemlich gut ausgebildeten, farblosen, luftbeständigen, tafelförmigen, wahrscheinlich dem monoklinen System angehörigen Krystallen erhalten, wenn man die Lösung von reinem Mangano-Carbonat in der freien Säure über Schwefelsäure verdunstet.

Analyse: 0,4305 gr. lufttrocknes Salz verlor beim Erhitzen auf 160° 0,1070 gr. = 24,9% Wasser (die Formel verlangt 25,2%), und ergab 0,0904 gr. Mn^3O^4 entspr. 0,0841 gr. = 26,3% MnO. (Die Formel $C^9H^8MnO^6$ verlangt 26,6%.)

Diconsaures Cobaltoxydul = $C^9H^8CoO^6 + 6OH^2$. Cobalto-Carbonat löst sich in der Diconsäure mit schön rother Farbe auf. Beim Verdunsten der Lösung scheiden sich kleine tafelförmige, monokline Krystalle aus. Die krystallwasserhaltigen sind rosenroth, die wasserfreien blau.

Analyse: 0,4107 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 200° 0,2924 gr. und gab 0,0869 gr. Co^3O^4, entspr. 0,0811 gr. = 27,8% CoO. (Die Formel $C^9H^8CoO^6$ verlangt 27,7% CoO.) Das geglühte Co^3O^4 wurde zur Controle noch in SO^4Co übergeführt. Die Analyse gab dasselbe Resultat. — Der Wasserverlust beträgt 0,1183 gr. = 28. [illegible] el verlangt 28,5%.

[illegible] keloxydul = $C^9H^8NiO^6 + 6OH^2$. Ist auf gleic [illegible] e Salz zu erhalten. Es scheidet sich beim

Verdunsten der Lösung in kleinkrystallinischen, schwach meergrünen Krusten ab.

Analyse: 0,3376 gr. lufttrocknes Salz wog nach dem Trocknen bei 200° 0,2416 gr. und ergab 0,0661 gr. = 27,4% NiO. (Die Formel $C^9H^8NiO^6$ verlangt 27,7% NiO.) Der Wasserverlust beträgt 0,0960 gr. = 28,4%. — (Die Formel verlangt 28,5%.)

Diconsaures Zink. Das neutrale Salz = $C^9H^8ZnO^6 + 6OH^2$ scheidet sich beim langsamen Verdunsten einer Lösung von Zinkcarbonat in Diconsäure in monoklinen Tafeln aus.

Analyse: 0,5141 gr. an der Luft auf Fliesspapier getrocknetes Salz wog nach dem Trocknen bei 150° 0,3714 gr. und ergab 0,1081 gr. = 29,1% ZnO. (Die Formel $C^9H^8ZnO^6$ verlangt 29,3% ZnO.) Der Wasserverlust beträgt 0,1427 gr. = 27,6%. (Die Formel verlangt 28,0% OH^2.)

Das saure Salz = $(C^9H^9O^6)^2Zn + 7OH^2$ wird auf gleiche Weise wie das saure Baryumsalz erhalten. Es ist krystallinisch, und zwar zeigen die Krystalle deutlicher den Typus des monoklinen Systems.

Analyse: 0,2373 gr. lufttrocknes Salz verloren bei 150° 0,0480 gr. = 20,2% Wasser, und ergaben 0,0315 gr. = 16,6% ZnO. — Die Formel verlangt 20,4% OH^2 und 16,5% ZnO.

Diconsaures Blei. Neutrales Baryumsalz mit essigsaurem Blei vermischt, setzt an den Wandungen kleine, wahrscheinlich dem tetragonalen System angehörige Krystalle ab. Es ist dies wahrscheinlich das neutrale Salz der zweibasischen Säure. Mit basisch essigsaurem Blei giebt diconsaures Baryum einen flockigen Niederschlag; wahrscheinlich ein basisches Salz der Diconsäure. Zur Analyse beider Salze stand nicht genug Substanz zu Gebote.

Diconsaures Kupfer = $C^9H^8CuO^6 + 3OH^2$. Durch langsames Verdunsten eines Gemisches der nicht zu verdünnten Lösungen von diconsaurem Baryum und essigsaurem Kupfer scheiden sich harte, in Wasser unlösliche blaugrüne Krystalle, wahrscheinlich monokline Säulen, aus.

Analyse: 0,1434 gr. lufttrockenes Salz wog nach dem Trocknen bei 160° 0,1196 gr. und ergab 0,0335 gr = 28,9% CuO. (Für trocknes Salz berechnet sich 28,8% CuO.) Der Wasserverlust beträgt 0,0238 gr = 16,6%. (Die Formel verlangt 16,4%.)

Basisch diconsaures Zinnoxydul = $C^9H^7(SnOH)SnO^6 + 4OH^2$. Bildet sich als ein voluminöser Niederschlag beim Fällen von diconsaurem Baryum mit möglichst säurefreiem Zinnchlorür. Der Niederschlag ist sowohl in Säuren als auch im Ueberschuss des Fällungsmittels löslich.

Die Analyse wurde in der Art bewerkstelligt, dass das getrocknete Salz in Salzsäure gelöst, und das Zinn mittelst SH^2 ausgeschieden wurde. Das erhaltene SnS wurde gesammelt, getrocknet, und nach dem Rösten im Porzellantiegel als SnO^2 gewogen. Es wurden zur Analyse angewandt 0,2823 gr. des über Schwefelsäure getrockneten Niederschlages. Nach dem Trocknen bei 200° wog derselbe 0,2438 gr. Der Wasserverlust beträgt mithin 0,0385 gr. = 13,6%. (Die Formel verlangt 13,4% OH^2.) Durch Rösten des Schwefelwasserstoffniederschlages wurden erhalten 0,1586 gr. SnO^2, entsprechend 0,1413 gr. = 58,0% SnO. (Die Formel $C^9H^6Sn^2O^7$ verlangt 57,8% SnO.)

Diconsäure-Aethyläther = $C^9H^8(C^2H^5)^2O^6$. Wird erhalten, wenn man die Säurekrystalle mit absolutem Alkohol, der mit Salzsäure gesättigt ist, übergiesst, und mehrere Tage in gelinder Wärme digerirt. Nach mehrmaligem Schütteln löst sich die Säure. Aus der nunmehr homogenen Flüssigkeit wird der Aether mittelst Wasser als ein schweres zu Boden sinkendes Oel abgeschieden. Durch öfteres Waschen mit CO^3Na^2 und Wasser wird derselbe von noch anhaftender Salzsäure und Alkohol gereinigt. Zur weiteren Darstellung empfiehlt es sich, namentlich wenn man nur über geringe Mengen zu verfügen hat, den Diconsäure-Aether, nachdem er durch Abheben möglichst von den fremden Flüssigkeiten getrennt ist, mittelst Aether auszuziehen, diese Lösung mit Chlorcalcium zu entwässern, und hierauf über Schwefelsäure den überschüssigen Aether wieder zu verdunsten. Der Diconsäure-Aether lässt sich weder für sich, noch mit Wasserdämpfen destilliren. Im letzteren Falle scheint er wieder in freie Säure und Alkohol zu zerfallen.

Analyse: 0,2140 gr. über Schwefelsäure getrocknete Substanz gab beim Verbrennen 0,4553 gr. CO^2 entspr. 0,1242 gr. = 58,0% C und 0,1338 gr. OH^2 entspr. 0,0149 gr. = 6,9% H.

	ber.	gef.
C^{13}	57,8	58,0
H^{18}	6,7	6,9
O^6	35,5	—

Constitution der Diconsäure.

Die Diconsäure ist, wie aus den Analysen ihrer Salze hervorgeht, für gewöhnlich zweibasisch, d. h. wir müssen in ihr zwei Carboxylgruppen (CO.OH) annehmen. Im Zinnoxydulsalz ist jedoch auch ein drittes Atom H durch eine Metallgruppe ersetzt, wir haben also eine dreiatomig-zweibasische Säure von der Zusammensetzung:

$$C^9H^{10}O^6 = C^7H^7O.(OH).(CO.OH)^2.$$

Um nun auf die innere Structur der Gruppe C^7H^7O schliessen zu können, müssen wir auf die Entstehung der Diconsäure zurückgehen. Sie bildet sich aus zwei Mischungsgewichten Aconitsäure, wir haben sie also von einer Di-Aconitsäure abzuleiten, der wir, wenn der Aconitsäure die Formel

$$C^6H^6O^6 = \begin{array}{l} C:{}^{(CO.OH)}_{CH^2} \\ C\,H.(CO.OH) \\ CO \\ OH \end{array}$$

zukommt, nach Analogie der Di-Essigsäure, folgende Formel geben können:

$$2\ C^6H^6O^6 = \begin{array}{l} C:{}^{(CO.OH)}_{CH^2} \\ C\,H.C^{O}_{OH} - C_{O} \\ CO \qquad\ \ {}^{OH} \\ OH \end{array} \begin{array}{l} C:{}^{(CO.OH)}_{CH^2} \\ C\,H.(CO.OH) \\ \\ \\ \end{array}$$

Daraus kann man sich zunächst durch Weggang von 2 CO^2 eine Di-Säure entstanden denken, welche den aus der Aconitsäure durch trockne Destillation entstehenden drei Säuren, Ita-, Citra-, und Mesaconsäure, polymer ist. Es kann also als momentanes Zwischenproduct der Zersetzung eine Verbindung von der Constitution

$$2\ C^5H^6O^4 = \begin{array}{l} C:{}^{H}_{CH^2} \\ C\,H.C^{O}_{OH} - C_{O} \\ CO \qquad\ \ {}^{OH} \\ OH \end{array} \begin{array}{l} C:{}^{H}_{CH^2} \\ C\,H.(CO.OH) \\ \\ \\ \end{array}$$

auftreten. Aus dieser Säure geht nun, indem sich noch ein Mgt. CO und OH^2 trennt, unsere neue Säure hervor, der wir die Structurformel

$$C^9H^{10}O^6 = \begin{array}{l} C:{}^{H}_{CH^2} \\ C\,H - C_{O} \\ CO \\ OH \end{array} \begin{array}{l} C:{}^{H}_{CH.OH} \\ C\,H.(CO.OH) \\ \\ \\ \end{array} \quad \text{oder} \quad \begin{array}{l} C:{}^{H}_{CH.OH} \\ C\,H.(CO.OH) \\ CO \\ C:{}^{H}_{CH^2} \\ C\,H.(CO.OH) \end{array}$$

beilegen können.

Es ist übrigens das Auftreten von Itaconsäure oder einer der ihr metameren Säuren als momentanes Zwischenproduct bei der Zersetzung gar nicht so unwahrscheinlich. Wenigstens sprechen dafür die Versuche von Markownikoff und Purgold [1]), welche Chemiker beim Erhitzen von Citronensäure mit Wasser, oder besser mit verdünnter Schwefelsäure auf 160° unter starker Kohlensäureentwicklung Krystalle von Itaconsäure

1) Zeitschrift für Chem. 1867, p. 264.

erhielten. Es lässt sich diese Frage am leichtesten dadurch entscheiden, dass man diese Säuren auf gleiche Weise wie Citronensäure mit Salzsäure erhitzt. Ich stellte in dieser Hinsicht nur einige Vorversuche mit Citraconanhydrid an, welche jedoch nicht zum gewünschten Resultat zu führen schienen. Derselbe geht beim Erhitzen auf 120° bis 130° wie schon bekannt in Mesaconsäure über, und diese zersetzt sich beim Erhitzen auf 150° weiter, indem sich zugleich ziemlich beträchtliche Gasentwickelung bemerkbar macht. Das Gas besteht jedoch nicht blos aus CO, wie es sein müsste, wenn die Reaction in gedachter Weise verliefe.

Auch zur Aconsäure steht die Diconsäure in einer einfachen Beziehung, welche folgende Formelgleichung ausdrückt:

$$\underset{\text{Dicons.}}{C^9H^{10}O^6} = 2\,\underset{\text{Acons.}}{C^5H^4O^4} - CO^2 + 2\,H.$$

Die in vorstehender Abhandlung beschriebenen Versuche wurden im hiesigen chemischen Universitätslaboratorium unter Leitung des Herrn Prof. Geuther ausgeführt. Ich fühle mich dem Letzteren für die freundlichen Rathschläge, welche er mir bei Ausführung der Versuche zu Theil werden liess, zum wärmsten Dank verpflichtet.

Jena den 4. März 1873.

Vorläufige Mittheilungen über Cölenteraten.

Von

G. v. Koch.

Hierzu Taf. XXVI.

Fortsetzung.

III. Zur Anatomie und Entwicklung von Tubularia.

Die Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Tabularia larynx, welche ich, anknüpfend an das darüber schon Bekannte, in folgenden Zeilen gebe, beschränkt sich auf diejenigen allgemeinen Verhältnisse des Baues, die mir für die Vergleichung der Tubularien mit anderen Hydroiden wichtig erschienen. Eine eingehendere Arbeit, besonders über Muskeln und Ectoderm, über die physiologische Bedeutung des Entoderms in verschiedenen Körperabtheilungen etc., haben wir in nächster Zeit von Dr. Kleinenberg in Neapel zu erwarten, weshalb ich hinsichtlich der specielleren Verhältnisse auf diesen verweise. —

Die Tubularien unterscheiden sich in ihrem Bau hauptsächlich dadurch von ihren Verwandten, dass die Wand der aboralen Körperhälfte bedeutend verdickt erscheint. Diese Verdickung wird gebildet durch einen, weit in die Magenhöhle vorragenden ringförmigen Wulst von grossen, hellen Zellen mit deutlichem, meist wandständigem Kern. Der Ringwulst ist nach aussen von der Muskel- und Ectodermschicht, nach innen von dem Entoderm bedeckt und von beiden durch eine dünne, in Karmin sich sehr stark färbende Schicht von Zwischensubstanz geschieden. — Eine weitere Auszeichnung der Tubularien, die sie aber mit einigen anderen Gattungen (z. B. Coryne) theilen, bilden die, verschieden weit nach innen vorspringenden, oft mit ihrem unteren Ende frei in die Magenhöhle hineinragenden Längswülste, welche sich in der schlan-

keren Mundhälfte des Körpers finden. Dieselben bestehen aus ganz ähnlichen grossen, hellen Zellen, wie der eben beschriebene Ringwulst und sind nach innen von einer Schicht von Entodermzellen bedeckt. Nach aussen sind sie durch eine Schicht von Zwischensubstanz begrenzt, welche auf sich in ihrem unteren Theil Muskeln und Ectoderm, oben aber die Basen der Mundtentakeln trägt. — Beide Arten von Wulstbildungen sind, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, von dem Entoderm abzuleiten. —

Die, in zwei Kreisen stehenden Tentakel sind wie bei den meisten anderen Hydroiden gebaut. Sie bestehen aus einem Strang von hellen, sehr dünnwandigen und ziemlich grossen Zellen, welcher von Längsmuskeln und einer Ectodermschicht überlagert ist. Bei den um den Mund stehenden Tentakeln des ersten Kreises ist die Basis in der Richtung der Hauptachse des Körpers verlängert und liegt auf der Grenzmembran der oben geschilderten Längswülste. Die des zweiten Kreises, die Randtentakel sind directe Fortsetzungen des Ringwulstes. —

Die Geschlechtsorgane sind an den einzelnen Individuen in verschiedener Zahl vorhandene Trauben, von ellipsoiden Gemmen zusammengesetzt, welche letztere aus einem cylindrischen Stiele hervorsprossen. Dieser wächst in der mittleren Zone des Körpers, innerhalb des zweiten Tentakelkreises aus der Leibeswand hervor, wo diese nur aus Ectoderm und Entoderm mit trennender Zwischenmembran besteht. Seine Wand ist eine directe Fortsetzung der Leibeswand, wie sich an Schnitten sowohl für Entoderm, als auch für Ectoderm und Zwischenmembran nachweisen lässt.

Die Gemmen entwickeln sich aus kolbigen Ausstülpungen des eben geschilderten Stieles und bestehen daher im Anfang blos aus zwei einfachen Zellschichten, dem Entoderm und Ectoderm. Das letztere bleibt während des weiteren Wachsthums ziemlich unverändert, nur werden die Zellen immer flacher, da ihre Vervielfältigung mit der Vergrösserung der zu bedeckenden Fläche nicht gleichen Schritt hält. Das erstere dagegen verdickt sich durch Vermehrung seiner Zellen und zwar zuerst am freien Ende der Ausstülpung, dann während der Vergrösserung dieser, nimmt jene Wucherung des Entoderms immer mehr zu, und in einem bestimmten Alter der Knospe erscheint dieselbe als ein, ganz aus Entodermzellen gebildetes Ellipsoid, das aussen von dem sehr verdünnten Ectoderm überzogen und innen von der cylindrischen, in der Längsachse gelegenen Ernährungshöhlung durchsetzt wird. — Später differenzirt sich die aus dem ursprünglichen Entoderm hervorgegangene Zellmasse und man kann dann an ihr eine äussere, dem Ectoderm anliegende und eine innere, die Ernährungshöhle auskleidende Schicht unter-

scheiden. Die zwischen beiden übrig bleibenden indifferenten Zellen werden später bei den weiblichen Individuen zu den Eiern, bei den männlichen aber entstehen aus ihnen durch Theilung die Samenmutterzellen.

Bis hierher ist die Entwicklung der Gemmen bei beiden Geschlechtern ganz ähnlich und bei den männlichen gehen auch keine bedeutenderen Veränderungen mehr vor sich. Bei den weiblichen aber entstehen noch 4, als erste Andeutung schon früh bemerkbare, tentakelartige Fortsätze am freien Ende. Diese sind ähnlich wie bei dem Polypen Fortsätze des Ectoderms, welche mit Zellen, die von der, aus dem Entoderm hervorgehenden äusseren Zellschicht abgeleitet werden können, ausgefüllt sind. —

Aus den, mit grossem deutlichen Nucleus und hellerem Nucleolus versehenen Eiern entwickeln sich Planulae von der Gestalt eines Drehungsellipsoides, dessen Hauptachse die kürzere ist. Diese Planulae, denen der Flimmerbesatz zu fehlen scheint, bestehen wie gewöhnlich aus zwei einfachen Zellschichten, welche einen kleinen Binnenraum einschliessen. Ihre erste Veränderung geschieht durch die Anlage von anfangs 4, dann 8 Tentakeln in Gestalt warzenförmiger Erhebungen. Letztere bestehen aus einer Ausbuchtung des Ectoderms, welche mit Entoderm ausgefüllt ist und liegen im grössten Kreis des Sphaeroids. Dadurch erscheint in diesem Stadium die Planula sternförmig. Ihre Weiterentwicklung zeigt sich hauptsächlich in einer Aenderung der Gestalt, welche nach und nach birnförmig wird und in der Verlängerung der zuerst angelegten Randtentakel. Diese letzteren, welche jetzt, schon wie im fertigen Zustand, aus einem vom Entoderm herstammenden Zellstrang bestehen, der vom Ectoderm überkleidet wird, zeigen einige Eigenthümlichkeiten. Als erste führe ich an die Krümmung derselben nach dem aboralen Pole zu, als zweite die geringe Dicke des Ectoderms und seinen Mangel an Nesselzellen an der dem Munde zugewendeten Seite.

Haben die eben beschriebenen Embryonen ungefähr die Länge von 0,5 ^{mm} erreicht, wobei die Randtentakeln schon ziemlich vollständig entwickelt und die Mundtentakeln in einzelnen Fällen schon angelegt sind, so verlassen sie die Gemme und schwimmen einige Zeit im Wasser umher. Finden sie dabei einen passenden Gegenstand, so setzen sie sich an denselben mit ihrem aboralem Ende fest, dieses streckt sich bedeutend und die Randtentakel biegen sich nach dem Mund zu. Bald nach dem Festsetzen entwickeln sich auch die Mundtentakel, welche aber, wie vorhin bemerkt, auch schon eher auftreten können.

An der, in ihrer Entwicklung bis hierher verfolgten [1]), Tubularia erfolgt nun, ausser einer schärferen Differenzirung des Entoderms zu den ausführlich beschriebenen Wulstbildungen keine bedeutende Veränderung mehr und kann somit die Entwicklungsgeschichte derselben vorläufig abgeschlossen werden.

Erklärung der Tafel XXVI[2]).

Fig. 1. Längsschnitt durch Tubularia larynx. a. Ringwulst, b. Längswülste, c. Randtentakel, d. Mundtentakel.

Fig. 2. Querschnitt nach der Linie y — z. b. Längswülste, d. Tentakel.

Fig. 3. Entoderm von der Stelle v stärker vergrössert.

Fig. 4 u. 5. Ectodermzellen eines Tentakel stärker vergrössert im Längschnitt.

Fig. 6. Durchschnitt durch die Basis des Stiels von einer Geschlechtstraube.

Fig. 7. Erste Anlage einer Geschlechtstraube.

Fig. 8. Erste Anlage einer Geschlechtsgemme.

Fig. 9 — 13. Verschiedene Entwicklungsstadien einer Gemme.

Fig. 14. Ei.

Fig. 15. Planula im Durchschnitt.

Fig. 16. Embryo mit angelegten Tentakeln.

Fig. 17. Etwas älterer Embryo.

Fig. 18. Ein Stück Tentakel desselben.

Fig. 19. Seit kurzer Zeit festsitzender Embryo.

---

1) Die Entwicklung der Muskulatur etc. habe ich nicht untersucht und verweise ich deshalb, wie schon oben gesagt, auf die Arbeit Dr. Kleinenberg's.

2) Die Figuren sind alle möglichst schematisch gehalten. Es bedeutet überall x Ectoderm n Entoderm.

Zur Morphologie der Infusorien.

Von

Ernst Haeckel.

Hierzu Tafel XXVII und XXVIII.

Keine Classe des Thierreichs hat bis in die neueste Zeit so widersprechende Ansichten bezüglich ihrer wahren Organisation und der dadurch bedingten Stellung im System hervorgerufen, wie diejenige der Infusorien. Noch heute herrschen darüber unter den genauesten Kennern dieser Thierclasse die lebhaftesten Controversen. Nicht weniger als drei von den sieben grossen Hauptabtheilungen des Thierreichs, den »Typen« oder Phylen, streiten sich um den Besitz der Infusionsthiere. Mit derselben Bestimmtheit, mit der die eine Gruppe von Zoologen die Infusorien für Würmer erklärt, stellt sie eine zweite Gruppe zu den Zoophyten oder Cölenteraten, und eine dritte Gruppe zu den Urthieren oder Protozoen. Noch heute ist nicht einmal die erste Vorfrage erledigt, welche hierbei massgebend sein und jede nähere morphologische Erörterung bestimmen sollte: ob nämlich der Infusorien-Körper den Formwerth einer einfachen Zelle besitzt oder nicht? Diese Thatsache allein beweist, wie weit wir noch von einer befriedigenden Erkenntniss der Infusorienclasse entfernt sind. Sie muss aber doppelt befremdend erscheinen, wenn man den verhältnissmässig colossalen Umfang betrachtet, welchen die Literatur über diese Thierclasse in den letzten Decennien erlangt hat.

Ausführliche Untersuchungen, welche ich in den letzten fünf Jahren über die Thierclasse der Spongien angestellt habe und welche in der vor einem Jahr erschienenen Monographie der Kalkschwämme[1]) ihren vor-

---

1) ERNST HAECKEL, Die Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). Eine Monographie. I. Band: Biologie. II. Band: System. III. Band: Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen. Berlin, G. REIMER. 1872.

läufigen Abschluss gefunden haben, mussten mich veranlassen, vielfach auch die Organisation der Infusorien in Betracht zu ziehen und zu vergleichen. Denn in zahlreichen zoologischen Werken werden die beiden Classen der Spongien und Infusorien als nächste Verwandte betrachtet und unmittelbar neben einander in der Abtheilung der Protozoen untergebracht. Das Ergebniss meiner Untersuchungen hat diese weitverbreitete Ansicht nicht nur nicht bestätigt, sondern wie ich glaube definitiv widerlegt. Während ich für die Spongien die nächste Verwandtschaft mit den Hydroid-Polypen und ihre Zugehörigkeit zum Stamme der Zoophyten (oder Cölenteraten) nachweisen konnte, bin ich bezüglich der Infusorien zu ganz anderen Resultaten gelangt. Da ich diese in der Monographie der Kalkschwämme nur flüchtig berührt habe, will ich sie hier ausführlicher mittheilen, und sehe mich dazu besonders veranlasst durch die lebhaften Streitigkeiten, welche erst in den letzten Monaten wieder über die Deutung der Infusorien-Organisation aufgetaucht sind.

Alle die verschiedenartigen und widersprechenden Ansichten über die Organisation und den Formwerth der Infusorien lassen sich füglich in drei grosse Gruppen bringen: nach der einen Ansicht sind die Infusorien hochorganisirte Thiere, welche sich zunächst an die Räderthiere, mithin an die Würmer anschliessen (EHRENBERG); nach einer zweiten Auffassung sind dieselben Cölenteraten, welche in den Hydroiden ihre nächsten Verwandten finden (CLAPARÈDE); nach einer dritten Beurtheilung besitzen sie nur den Formwerth einer einfachen Zelle, und sind demnach Protozoen (SIEBOLD). Zwischen diesen drei grundverschiedenen Auffassungen bewegen sich noch mehr oder minder vermittelnde Ansichten verschiedener Beobachter.

EHRENBERG hat bekanntlich in seinem grossen Infusorien-Werke [1]), welches die erste genauere Beschreibung und Classification der Infusorien gab, diese Organismen »nach dem ihm eigenen Princip überall gleich vollendeter Entwicklung« [2]) beurtheilt und ihnen demgemäss eine im Wesentlichen eben so vollkommene Zusammensetzung wie den höheren Thieren und wie dem Menschen zugeschrieben.

---

1) EHRENBERG, die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838.

2) EHRENBERG hat sein »Princip überall gleich vollendeter Entwicklung« zuerst 1835 in der Abhandlung »über die Acalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee« mitgetheilt (Abhandl. der Berliner Akademie, 1835, p. 181). Nach diesem Principe, welches EHRENBERG bis auf den heutigen Tag beibehalten hat, besitzen alle Thiere, bis zur Monade herab, einen und denselben gleichen Bildungs-Typus. In keiner Classe ist die Organisation einfacher als in der anderen. »Ein Thier ist jeder dem Menschen in den Hauptsystemen des Organismus gleicher lebenden Körper ohne Gleichmass dieser

Verhängnissvoll für den fundamentalen Irrthum, von welchem Ehrenberg bei dieser consequent ausgebildeten Auffassung ausging, war der Umstand, dass er die ganze Abtheilung seiner »Infusionsthierchen« in zwei verschiedene Classen brachte: Magenthiere (Polygastrica) und Räderthiere (Rotatoria); und dass er die Organisation der ersteren durch diejenige der letzteren zu erklären versuchte. Ueberall bildet die (von ihm sehr unrichtig gedeutete) Organisation der Räderthiere die Basis, auf welche auch diejenige der Magenthiere zurückgeführt werden soll. »Die Magenthiere sind rückenmarkslose und pulslose Thiere mit in zahlreiche blasenartige Magen zertheiltem Speisecanale, mit (wegen Knospenbildung oder Selbsttheilung) unabgeschlossener Körperform, mit doppeltem vereinten Geschlecht, bewegt durch (oft wirbelnde) Scheinfüsse und ohne wahre Gelenkfüsse«.

Gegenüber dieser Anschauung Ehrenberg's, welche unter zahlreichen Zoologen mehr oder minder vollständige Zustimmung fand, trat 1845 Carl Theodor von Siebold [1]) mit der Ansicht auf, dass die Infusorien viel einfacher organisirt seien, und dass ihr ganzer Körper nur den Formwerth einer einfachen Zelle besitze. Er wies nach, dass die »Rotatoria« eine gänzlich verschiedene und viel höhere Organisation besitzen, als die »Polygastrica«, und dass Ehrenberg in dieser letzteren Gruppe eine bunte Gesellschaft von höchst verschiedenartigen niederen Organismen, theils Thieren, theils Pflanzen zusammengeworfen, sowie deren Körpertheile ganz willkürlich und unrichtig gedeutet habe. Mit einleuchtender Klarheit führte Siebold ferner den Nachweis, dass die echten Infusorien, welche er auf die beiden Ordnungen der Astoma (= Flagellata) und Stomatoda (= Ciliata) beschränkte, nur solche Organismen enthalten deren Formwerth denjenigen einer Zelle nicht überschreite. Der »Nucleus« entspricht einem gewöhnlichen Zellenkern, die »gallertige contractile Körpersubstanz« dem »Zelleninhalt« oder der Zellsubstanz, und die äussere flimmernde Hülle der »Membran« einer gewöhnlichen Flimmerzelle. Mit dieser Deutung machte Siebold nicht allein den ersten Versuch, den Infusorien-Körper der 6 Jahre zuvor von Schleiden und Schwann aufgestellten Zellentheorie zu unterwerfen; sondern er begründete auch diesen ersten Versuch in der 1845 erschienenen ersten Lieferung seines Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie in so

---

Systeme oder jeder (und mit Sicherheit nur ein solcher) Organismus, welcher ein Ernährungssystem, ein Bewegungssystem, ein Blutsystem, ein Empfindungssystem und ein Sexualsystem besitzt«.

1) C. Th. v. Siebold, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. I. Lief. 1845.

vorzüglicher Weise, dass er als der bedeutendste Fortschritt in der tieferen Erkenntniss der Infusorien überhaupt bezeichnet werden kann. Für das System des Thierreichs that SIEBOLD zugleich dadurch einen höchst bedeutsamen Schritt, dass er (schon 1845) die beiden Classen der Infusorien und Rhizopoden in einer »Hauptgruppe« des Thierreichs vereinigte, welche er »Protozoen« oder Urthiere nannte, und mit folgenden Worten characterisirte: »Thiere, in welchen die verschiedenen Systeme der Organe nicht scharf ausgeschieden sind, und deren unregelmässige Form und einfache Organisation sich auf eine Zelle reduciren lassen« (l. c. p. 3).

Diese epochemachende Theorie SIEBOLD's von der »Einzelligkeit der Infusorien« fand 4 Jahre später ihre entschiedenste Vertretung und weitere Ausbildung durch KÖLLIKER. Nachdem derselbe 1848 in seinen »Beiträgen zur Kenntniss niederer Thiere« die Einzelligkeit der Gregarinen nachgewiesen, und (1849) in seinem Aufsatze über »das Sonnenthierchen« (Actinophrys sol)[1]) ausdrücklich für alle Infusorien den Formwerth einer einzigen Zelle in Anspruch genommen hatte, ist er später bemüht gewesen, die Theorie von der Einzelligkeit der Infusorien in seinen Icones histiologicae (1864) ausführlicher zu begründen und mit den neueren Fortschritten der Infusorien-Kunde in Einklang zu bringen. Unter den folgenden Beobachtern der Infusorien hat diese Theorie einerseits ebenso entschiedene Theilnahme, als andererseits lebhaften Widerspruch erfahren. Die gewichtigste Vertretung hat sie neuerdings durch STEIN gefunden, wenn auch nur in bedingtem Sinne. STEIN bekämpft nämlich zwar auf Grund seiner vieljährigen gründlichen Infusorien-Beobachtungen die »Vielzelligkeit« des Infusorien-Körpers auf das Entschiedenste, fügt dann jedoch hinzu: »die Infusorien sind in Bezug auf ihren Ursprung entschieden einzellige Thiere. Die ausgebildeten Infusionsthiere aber wird man immer Anstand nehmen müssen, als einzellige Organismen zu bezeichnen; denn sie sind nicht blos fort-

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. I. 1849, p. 1; p. 210. In der Beschreibung der Actinophrys sol sagt KÖLLIKER: »Ich gehe davon aus, dass die Infusorien alle ohne Ausnahme aus einer einzigen Zelle bestehen. Ich glaube nämlich, dass, was ich für die Gregarinen nachgewiesen habe, für alle eigentlichen Infusorien gilt, wie es auch schon von SIEBOLD in seiner vergleichenden Anatomie aufs Schönste nachgewiesen worden ist. Für mich sind alle Infusorien gleich einer Zelle, die bei den einen ganz geschlossen ist, bei den anderen einen Mund oder selbst zwei Oeffnungen hat. Dass dem so ist, kann für den, der eine Opalina, Bursaria, Nassula etc. nur etwas genauer untersucht, auch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen; er wird meist eine contractile und mit Wimpern besetzte structurlose Zellmembran, einen oft theilweise contractilen Zelleninhalt mit Körnern und Vacuolen und fast immer einen homogenen oft sonderbar gestalteten Kern finden«.

gewachsene Zellen, sondern der ursprüngliche Zellenbau hat einer wesentlich anderen Organisation Platz gemacht, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist« [1]. In neuester Zeit haben sich Ehlers und Everts in einer »vorläufigen Mittheilung« mit Bestimmtheit zu Gunsten der Einzelligkeit ausgesprochen [2].

Die entschiedenste Bekämpfung fand natürlich die Theorie von der Einzelligkeit durch Ehrenberg selbst, welcher in Folge seiner vollständigen Unkenntniss der Entwicklungsgeschichte der Thiere noch heute an »dem ihm eigenen Princip gleich vollendeter Entwicklung« aller Thiere festhält, und auch die allgemein verlassene »polygastrische Theorie« noch heute vertheidigt. Ausserdem aber wurde die »Einzelligkeit« bald auf das Lebhafteste angegriffen von Claparède und Lachmann [3], welche in ihren »Études« (1858), abweichend von allen früheren Autoren die Infusorien zu den Cölenteraten versetzen, und behaupten, dass die verdauende Leibeshöhle dieser letzteren oder der characteristische »Gastrovascular-Raum« ganz ebenso auch bei den Infusorien wiederkehre. In der That ist aber diese »coelenterische Theorie« ebenso wenig mit der Anatomie und Ontogenie der Infusorien vereinbar, als die »polygastrische Theorie« Ehrenberg's, und eben so wenig, als die Infusorien nach dieser letzteren zu den Würmern gestellt werden können, eben so wenig ist die von der ersteren geforderte Verwandtschaft mit den Cölenteraten nachweisbar. In neuester Zeit ist Richard Greeff wiederum ganz auf Claparède und Lachmann zurückgegangen, und hat gerade denjenigen Theil ihrer Darstellung, welcher für ihre Auffassung

---

1) Stein, der Organismus der Infusionsthiere. II. Abtheilung. Leipzig 1867, p. 22.

2) Ehlers und Everts, Untersuchungen an Vorticella nebulifera; Sitzungsberichte der phys. med. Soc. zu Erlangen, vom 26. Mai 1873.

3) Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858, 1861. 2 Voll. Vol. I., p. 14. »On serait tenté de croire, que la théorie de l'unicellularité des infusoires n'a plus aujourd'hui qu'un intérêt historique, comme celle de la polygastricité. Cependant elle compte encore un champion bien décidé, un de ses anciens défenseurs, M. Kölliker, qui a relevé courageusement, dans un Memoire récent, le drapeau chancelant de son école, comme M. Ehrenberg vient d'arborer de nouveau celui de la sienne. Chacun d'eux, le dernier des Mobicans de ses propres idées. La théorie de l'unicellularité des infusoires n'a pas bésoin d'être combattue ici plus en détail. L'ouvrage que le lecteur a sous les yeux, n'est qu'une longue protestation contre elle. Chacune de nos pages est un nouveau coup de hache porté à sa base«. Diese letzteren schneidigen Sätze wenden wir direct gegen ihre Autoren selbst, indem wir nachstehend zu zeigen hoffen, dass die Auffassung der Infusorien-Organisation von Claparède und Lachmann eben so falsch und von Grund aus verfehlt ist, wie diejenige von Ehrenberg. »Jede unserer Seiten ist ein neuer Axthieb gegen ihre Basis«.

der Infusorien-Organisation characteristisch ist, nämlich die Lehre von der vollständigen Uebereinstimmung des »Darmcanals« der Infusorien mit dem »Gastrovascular-System der Cölenteraten« als seine eigene neue Theorie zu begründen versucht. GREEFF sieht »in der Körperhöhle der Vorticellen einen Gastrovascular-Raum im vollen Sinne des Wortes, eine Körperhöhle, in der die Verdauung und Circulation, resp. Ernährung ganz in derselben Weise erfüllt wird, wie bei den Cölenteraten« (l. c. p. 192). An die Haut und die darunter liegenden Muskeln schmiegt sich nach innen eine Protoplasma-Zone an, die eigentliche Rindenschicht des Infusorien-Körpers, die den ganzen Innenraum oder Leibeshöhle umschliesst und auskleidet. In dieser Rindenschicht und durch sie in ihrer Lage festgehalten liegen auch die Hauptorgane des Körpers, nämlich der Nucleus, der contractile Behälter und der Hauptabschnitt des Verdauungscanales« [1]) (l. c. p. 383).

Zur weiteren Verständigung ist es zunächst nothwendig, die Grenzen und den Umfang der Infusorienclasse so zu bestimmen, wie er in Uebereinstimmung mit vielen neueren Autoren hier von uns angenommen wird. Fast allgemein sind jetzt mit vollem Rechte aus dieser Classe ausgeschlossen die Rotatorien (Würmer), die Bacillarien (Diatomeen), die Closterinen (Algen) und viele andere heterogene Organismen niederen Ranges. Demnach beschränken die meisten neueren Autoren nach dem Vorgange von SIEBOLD (1845) die Infusorienclasse auf die Ciliata (= Stomatoda) und die Flagellata (= Astoma), welche beide zusammen nur den kleineren Theil von EHRENBERG's Infusorien ausmachen. STEIN, welcher nächst EHRENBERG die längste

1) RICHARD GREEFF, Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. Archiv für Naturgesch. 1870, I. p. 353—384, Taf. IV—VIII; Ibid. 1871, I. p. 185—221. GREEFF schliesst seine Darstellung mit den Worten: »Das scheint indessen ausser Zweifel, dass sowohl die Organisation, wie die Lebensgeschichte nicht blos der Vorticellen, sondern der Infusorien überhaupt eine verhältnissmässig reiche und hoch entwickelte ist, von der indessen bis jetzt nur Weniges mit Sicherheit entziffert ist, und dass EHRENBERG, wenn er auch im Einzelnen, namentlich in den Deutungen der von ihm, wie wohl zu berücksichtigen, zuerst gesehenen, d. h. entdeckten Organe und Gebilde, vielfach geirrt haben mag, doch im Ganzen auf seine ausgedehnten und unermüdlichen Forschungen und reichen Erfahrungen gestützt mit richtigem Tacte und Scharfsinn den hohen Organisationswerth der Infusorien erkannt hat« (l. c. p. 217). Dieser Lobspruch auf EHRENBERG erscheint in GREEFF's Aufsatze deshalb völlig unmotivirt, weil GREEFF's ganze Auffassung nicht diejenige von EHRENBERG, sondern diejenige von CLAPARÈDE und LACHMANN reproducirt. Diese beiden Auffassungen (die polygastrische Theorie des ersteren und die coelenterische der letzteren) sind aber eben so wenig mit einander vereinbar, als mit der »Einzelligkeits-Theorie« von SIEBOLD, deren alleinige Richtigkeit wir nachstehend zu beweisen hoffen.

Zeit und den grössten Fleiss auf die Erforschung der Infusorien verwendet hat, beschränkt im ersten Bande seines grossen Werkes »der Organismus der Infusionsthiere« (1859) die Classe auf 5 Ordnungen, von denen eine durch die Flagellata, vier durch die Ciliata gebildet werden (Holotricha, Heterotricha, Hypotricha, Peritricha). Die Acineten oder Suctorien hielt STEIN früher nur für Entwicklungszustände der Ciliaten, bemerkte jedoch: »Sollten sich die Acinetinen doch noch als selbständige Infusorien herausstellen, so würden sie eine sechste, zwischen den geisseltragenden und holotrichen Infusorien einzureihende Ordnung bilden«. In den kurz zuvor erschienenen »Études sur les Infusoires et les Rhizopodes« (1858) theilen CLAPARÈDE und LACHMANN die Infusorien-Classe in 4 Ordnungen: 1) Ciliata, 2) Suctoria, 3) Cilioflagellata, und 4) Flagellata. In demselben Werke werden die Rhizopoden ebenfalls in 4 Ordnungen eingetheilt: 1) Proteina (Amoebina et Actinophryna); 2) Echinocystida (Radiolaria); 3) Gromida; 4) Foraminifera. In der neuesten Auflage von TROSCHEL's Handbuch der Zoologie (1871) werden 5 Ordnungen unter den Infusorien unterschieden, nämlich: 1) Ciliata; 2) Suctoria (Acinetina); 3) Cilioflagellata (Peridinea); 4) Flagellata; 5) Atricha (Infusoria rhizopoda). Dieselbe Eintheilung kehrt in vielen anderen Büchern wieder. CLAUS in seinen »Grundzügen der Zoologie« (II. Aufl. 1871) unterscheidet dieselben 5 Gruppen wie STEIN, schliesst ihnen jedoch anhangsweise noch die Noctiluken an. HARTING in seinem »Leerboek van de Grondbeginselen der Dierkunde« (1870, III, 7) beschränkt die Classe auf die beiden Ordnungen der Ciliaten und Flagellaten.

In der gegenwärtig allgemein herrschenden Begrenzung des Begriffes enthält demnach die Infusorien-Classe nur einen kleinen Theil von der bunt gemischten Gesellschaft, welche sie bei EHRENBERG und seinen Vorgängern ausmachte. Als echte Infusorien im engsten Sinne gelten jetzt eigentlich nur noch die Ciliaten, an welche die meisten Systematiker als eine zweite nahe verwandte Gruppe die Acineten und Viele ausserdem die Flagellaten (die die meisten Botaniker für Pflanzen halten) anschliessen. Selbst bei denjenigen Zoologen der Gegenwart, welche die Classe im weitesten Sinne fassen, sind die Rotatorien, Diatomeen, Closterien etc. allgemein ausgeschieden, und werden höchstens folgende sieben Ordnungen angenommen: 1) Amoebina; 2) Gregarina; 3) Flagellata; 4) Cilioflagellata; 5) Noctilucae; 6) Acinetae; 7) Ciliata.

Von diesen sieben Ordnungen ist es eigentlich nur eine einzige, deren Formwerth noch heute zweifelhaft ist und alle die zahlreichen Widersprüche der verschiedenen Beobachter hervorgerufen hat, die-

jenige der Ciliaten; aber gerade diese Ordnung ist auch diejenige, auf welche gegenwärtig der Begriff der Infusorien im engsten Sinne immer allgemeiner angewendet wird. Von den übrigen sechs Ordnungen ist es theils schon seit längerer Zeit festgestellt, theils in der jüngsten Zeit immer mehr offenbar geworden, dass ihr Organismus den Werth einer einfachen Zelle besitzt. Ueber diese genügen daher wenige Bemerkungen.

Die Amoebinen (Protoplasten oder Lobosen) werden jetzt fast allgemein und mit Recht als einfache Zellen aufgefasst, besonders seitdem man »amoeboide Zellen«, die von einfachen Amoeben nicht zu unterscheiden sind, weit verbreitet als integrirende Bestandtheile höherer Organismen nachgewiesen hat; namentlich die nackten Eizellen der Spongien, welche eine Zeit lang geradezu als parasitische, in den Schwämmen lebende Amoeben angesehen wurden, sind in dieser Beziehung von Interesse[1]. Zwar hat Greeff in neuester Zeit den Versuch gemacht, auch bei den Amoeben eine complicirtere Organisation nachzuweisen; indessen ist ihm dieser Versuch hier eben so wenig als bei den Infusorien geglückt. Sowohl die nackten Amoebinen (Amoeba, Petalopus, Podostoma) als die mit einer Schale oder Hülle versehenen Amoebinen (Arcella, Echinopyxis, Difflugia) sind einfache Zellen mit einem echten Zellenkern. Die Gregarinen sind allgemein als einfache Zellen (Monocystidea) oder als Complexe von 2—3 verbundenen einfachen Zellen (Polycystidea) nachgewiesen[2]. Ebenso allgemein sind die Flagellaten als einzellige Organismen anerkannt, oder als Colonien von solchen, als Zellgemeinden. Auch die Einzelligkeit der Cilio-Flagellaten oder Peridineen ist sicher gestellt. Für die Noctiluken oder Myxocystoden hat in neuester Zeit Cienkowski[3]) den Nachweis geführt, dass ihr ganzer Körper nur eine einfache Zelle ist und dass sie zu den Flagellaten in nächster Verwandtschaft stehen. Von den Acineten oder Suctorien endlich ist die Einzelligkeit zwar weniger allgemein anerkannt; indessen liegt eigentlich kein einziger Grund vor, dieselbe zu bezweifeln. Der Nucleus erscheint durchaus gleichwerthig einem ge-

---

1) Vergl. die Abbildung und Beschreibung der amöboiden Eizellen der Spongien in meiner Monographie der Kalkschwämme: Vol. I. p. 155; Vol. III. Taf. I. Fig. 10—12; Taf. 25, Fig. 3; Taf. 41, Fig 4,9.

2) Alle Gregarinen, welche nur einen einzigen Nucleus besitzen, sind eo ipso einzellig (Monocystidea); hingegen sind diejenigen Gregarinen, welche zwei oder mehrere Kerne besitzen, eben deshalb als vielzellig anzusehen (Polycystidea).

3) Cienkowski, über Noctiluca miliaris. Arch. für mikr. Anat. 1872, IX. 47.

wöhnlichen Zellenkern; das Protoplasma, das denselben umgiebt, ist durchaus nicht differenzirt, und die von demselben ausgehenden starren Pseudopodien, welche gewöhnlich als »Saugröhren« bezeichnet werden, haben keinen höheren morphologischen Werth, als ähnliche Fortsätze anderer Zellen. Auch in den Fortpflanzungserscheinungen der Acineten liegt gar kein Grund gegen die Annahme, dass ihr Körper nur den Formwerth einer einfachen Zelle besitzt.

Demnach sind es nur die Ciliaten, deren morphologische Deutung so divergente Ansichten hervorgerufen hat und auf die sich der bis heute fortgesetzte Streit über die »Einzelligkeit« gegenwärtig allein noch beziehen kann. Ohne Zweifel zeigt die grosse Mehrzahl der sogenannten Ciliaten im Wesentlichen dieselbe innere Organisation; und die verschiedenen Gruppen sind so nahe unter sich verwandt, dass sie als Angehörige einer natürlichen Legion, oder was dasselbe ist, als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform angesehen werden können. Nur einige wenige Formen (wie z. B. die Opalinen) dürften hiervon ausgenommen werden. Im Uebrigen erscheinen alle Ciliaten so nahe unter sich verwandt, dass selbst die allgemein angenommene Eintheilung von STEIN (in die vier Ordnungen der Holotricha, Heterotricha, Hypotricha und Peritricha) sich auf die verschiedene Vertheilung und Differenzirung der äussern Wimperhaare, also auf Charactere stützen musste, welche im Grunde genommen von sehr äusserlicher und oberflächlicher Natur sind. Ebenso sind auch die Charactere, durch welche CLAPARÈDE und LACHMANN ihre zehn Familien der Ciliaten unterschieden haben, von so untergeordnetem Werthe, dass daraus nur die wesentliche Uebereinstimmung derselben in allen wichtigen Eigenthümlichkeiten der inneren und äusseren Organisation hervorgeht. Wir dürfen daher in der nachstehenden Betrachtung die Gruppe der Ciliaten als ein natürliches Ganzes zusammenfassen und brauchen nicht auf die einzelnen Abtheilungen derselben einzugehen.

Die morphologische Grundfrage nun, welche für diese Ciliatengruppe vorliegt, und von deren Erledigung jeder weitere Fortschritt in der Erkenntniss ihrer Organisation abhängt, lautet: 1) Hat der Körper der Ciliaten den Formwerth einer einzigen Zelle? — oder 2) ist derselbe aus mehreren Zellen zusammengesetzt? — oder endlich 3) ist Keines von Beiden der Fall? Dieser letztere, dritte Fall ist bisher noch nicht gehörig in Erwägung gezogen, indem man fast immer nur zwischen den beiden ersteren wählen zu müssen glaubte. Dennoch ist auch dieser Fall in Betracht zu ziehen. Wenn man nämlich den Ciliatenkörper nicht für eine einfache Zelle und seinen Nucleus nicht als wahren Zellenkern gelten lassen will,

so könnte man mit verschiedenen Gründen die bisher noch nicht erörterte Ansicht stützen, dass der Ciliatenkörper noch nicht die Organisationshöhe einer wahren Zelle erreicht hat, sondern vielmehr einer stark differenzirten Cytode, oder auch vielleicht einem Complex von mehreren Cytoden entspricht.

Die Unterscheidung der Zellen und Cytoden, welche ich zuerst 1866 in meiner generellen Morphologie gegeben und dann ausführlicher in meinen Monographien der Moneren und der Kalkschwämme begründet habe, setze ich hier als bekannt voraus[1]). Ich lege auf diese Unterscheidung fortdauernd das grösste Gewicht, trotzdem sich die Histologie der Schule bisher fast noch gar nicht um dieselbe gekümmert hat. Dieser letztere Umstand erklärt sich allerdings ganz einfach aus der Thatsache, dass es der heutigen Histologie nicht sowohl um klare Begriffe vom Zellenorganismus und um Erkenntniss seines Entwicklungslebens, als vielmehr um massenhafte Anhäufung unverbundener Thatsachen zu thun ist; letztere erscheinen um so willkommener, je mehr sie den Character eines unverständlichen Curiosums tragen und je weniger sie geeignet sind, sich in Bekanntes einzufügen und das Ganze harmonisch zu erläutern. Wer aber mit der Morphologie der niedersten Organismen sich beschäftigt und wer in der Entwicklungsgeschichte die Quelle des Verständnisses für die complicirten anatomischen Verhältnisse der Organismen erblickt, der wird früher oder später genöthigt sein, die Begriffe der Cytode und der Zelle zu trennen und getrennt zu verwerthen. Zellen und Cytoden sind die beiden wichtigsten Grundformen oder Hauptarten, unter denen überhaupt der Elementarorganismus (Brücke) oder die Plastide, das »Individuum erster Ordnung« auftritt. Die Cytoden, als die kernlosen individuellen Plastiden, stellen die ältere, einfachere und niedere Hauptform der Plastide dar, aus der sich erst secundär durch Differenzirung von centralem Nucleus und peripherischem Protoplasma die echte, d. h. kernhaltige Zelle entwickelt hat. Erst in zweiter Linie entsteht die Frage, ob die Plastiden nackt oder von einer Hülle umgeben sind. Hiernach lassen sich dann weiter vier untergeordnete Plastidenformen unterscheiden, nämlich 1) Urcytoden (Gymnocytodae): Plastiden ohne Kern, ohne Membran oder Schale; 2) Hüllcytoden (Lepocytodae): Plastiden ohne Kern, mit Membran oder Schale; 3) Urzellen (Gymnocyta): Plastiden mit Kern, ohne Membran oder Schale:

---

1) E. Haeckel, Generelle Morphologie, Vol. I, pag. 269 (»Morphologische Individualität der Organismen«). Monographie der Moneren (Diese Zeitschrift, Band. V. 1870, pag. 498). Monographie der Kalkschwämme, Vol. I. pag. 104 etc.

4) Hüllzellen (Lepocyta): Plastiden mit Kern, mit Membran oder Schale.

Bei scharfer Unterscheidung dieser wesentlich verschiedenen beiden Hauptformen der Plastiden lautet demnach die Frage jetzt eigentlich: Hat der Ciliatenkörper den Formwerth einer Cytode oder einer Zelle? oder besteht derselbe aus einem Complexe von mehreren Cytoden oder von mehreren Zellen?

Von entscheidender Bedeutung für diese Hauptfragen ist in erster Linie die Entwicklungsgeschichte und erst in zweiter Linie die Anatomie des entwickelten Ciliatenkörpers. Von entscheidender Bedeutung dafür ist ferner vor Allem die Natur des Nucleus, und dessen Verhalten sowohl während der Ontogenese, wie im entwickelten Körper. Die Vertheidiger sowohl wie die Gegner der Einzelligkeit haben bisher sich immer vorzugsweise auf die Structurverhältnisse des entwickelten Infusorienkörpers gestützt; und die Ontogenese entweder gar nicht oder nur nebenher, in zweiter Linie berücksichtigt. Und doch ist die Entwicklungsgeschichte hier, wie überall, »der wahre Lichtträger für Untersuchungen über organische Körper«. Wir werden daher hier umgekehrt verfahren und unserem stets festgehaltenen Princip gemäss vor Allem in der Ontogenese der Ciliaten den festen Boden zu gewinnen trachten, von welchem aus wir die Morphologie des entwickelten Körpers zu beurtheilen haben.

Hier ist nun vor Allem als feststehende fundamentale Thatsache zu constatiren, dass bei der grossen Mehrzahl der Ciliaten (und wahrscheinlich bei allen!) aus Theilstücken des Nucleus mehrere Keimzellen hervorgehen, von denen jede einzelne sich direct in einen Embryo oder in den Körper eines jungen Ciliaten umbildet. Diese Keimzellen nennt Stein »Keimkugeln«, Balbiani hingegen »Eier«. Den letzteren Namen würden sie verdienen, wenn sie zu ihrer weiteren Entwicklung der Befruchtung bedürften. Indessen ist bekanntlich in neuester Zeit die ganze Lehre von der sexuellen Fortpflanzung der Ciliaten und von der Befruchtung ihrer »Eier« durch »Samenfäden«, welche einige Jahre hindurch als ausgemacht galt, wieder sehr zweifelhaft geworden. Bei der grossen Mehrzahl der Ciliaten sind überhaupt noch keine Samenfäden, und ebenso wenig der »Nucleolus« oder Hoden, aus dem letztere angeblich hervorgehen sollen, beobachtet worden. Bei anderen werden jetzt die angeblichen Samenfäden als parasitische Vibrionen oder sonstige eingedrungene fremde Körper erklärt. Jedenfalls erscheint es beim jetzigen Zustande unserer Kenntnisse vorsichtiger, den zuverlässigen und unzweideutigen Beweis für die angebliche sexuelle Fortpflanzung abzuwarten, und demgemäss die »Keimkugeln« Steins und der anderen

Autoren nicht als Eizellen, sondern als geschlechtslose Keimzellen oder Sporen zu bezeichnen. Uebrigens ist die Entscheidung dieser Frage für das zunächst hier zu entscheidende Problem ganz gleichgültig. Die Hauptsache ist, dass die Spore (die »Keimkugel« der Autoren, das »Ei« von BALBIANI) den Formwerth einer einfachen echten Zelle besitzt. Für diese Zellennatur der Keimzelle ist es ganz einerlei, ob dieselbe zu ihrer weiteren Entwicklung durch »Samenfäden« befruchtet wird oder nicht. Wer die zahlreichen naturgetreuen Abbildungen betrachtet, die STEIN, CLAPARÈDE und LACHMANN in ihren umfangreichen Infusorienwerken von den »Keimkugeln« gegeben haben, der wird schon durch die Vergleichung dieser übereinstimmenden Abbildungen zu der sicheren Ueberzeugung gelangen, dass diese Keimkugeln immer einfache echte Zellen sind. Meine eigenen Untersuchungen bestätigen diese Ansicht durchaus. Bei Ciliaten der verschiedensten Gruppen habe ich die Sporen mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen und chemischer Reagentien sorgfältig untersucht und bin stets zu demselben Resultate gekommen, dass dieselben den Formwerth einer ganz einfachen Zelle besitzen, und zwar einer Urzelle, deren nackter Körper blos aus zwei verschiedenen Bestandtheilen besteht, aus einer einfachen nackten homogenen Protoplasmakugel und einem (meist ebenfalls kugeligen) davon umschlossenen Nucleus. (Taf. XXVII, Fig. 3; Taf. XXVIII, Fig. 14.) Der innere Nucleus, dessen Durchmesser meistens etwa ein Drittel von dem der structurlosen Protoplasmakugel beträgt, ist stärker lichtbrechend als letztere, und färbt sich nach vorsichtigem Zusatz von Karmin oder Iod intensiver als diese. Meistens ist der Nucleus fein granulirt und enthält bisweilen (aber nicht immer) ein dunkleres, stark lichtbrechendes Korn, dessen Deutung als wirklicher Nucleolus Nichts im Wege steht. Häufig scheint dieser Nucleolus zu fehlen; statt dessen finden sich ein oder ein paar ähnliche Körner neben dem Nucleus im Protoplasma. Bisweilen lässt sich eine dünne structurlose Zellmembran als Hülle der Keimzelle unterscheiden [1].

Die zweite fundamentale Thatsache von entscheidender Bedeutung ist, dass sich aus dieser Spore direct durch einfaches Wachsthum und Differenzirung der Theile der Embryo ent-

1) Mit derselben Bestimmtheit erkennt auch STEIN die Sporen oder Keimkugeln als wahre Zellen an, indem er (in der zweiten Abtheilung seines grossen Werkes, 1867, pag. 21) sagt: »Wie sehr auch augenblicklich die Ansichten über die geschlechtliche Fortpflanzung der Infusionsthiere auseinander gehen mögen, darin sind doch alle Forscher einig, dass die erste Anlage zu einem neuen Individuum von einem Theilstück des Nucleus gebildet wird, welches entweder sogleich in Form einer Zelle aus dem Nucleus hervorgeht, oder doch bald nachher diese Form annimmt,

wickelt. Dieser Embryo entsteht aus der Spore einfach dadurch, dass Cilien aus seiner Oberfläche hervorwachsen. Bisweilen bedecken diese Cilien gleichmässig als ganz kurze feine Flimmerhärchen den ganzen Embryokörper, der meistens eine länglich runde oder eiförmige Gestalt annimmt, so bei unserer Codonella campanella, Taf. XXVII, Fig. 11, 13, so auch bei der von Stein beschriebenen Bursaria truncatella (Stein, II. Abtheilung, p. 306, Taf. XIII, Fig. 5). Anderemale entwickeln sich die Fortsätze der Körperoberfläche nur an einem Ende zu feinen locomotiven Wimperhärchen, am anderen Ende zu dickeren, retractilen, am Ende meist geknöpften Tentakelfortsätzen, so z. B. bei Stentor (Stein l. c. Taf. VIII, Fig. 3, 4, 9). Auch jetzt noch ist der Embryo, der in dieser Gestalt meistens bald durch den Geburtsact frei wird, eine einfache Zelle, und zwar eine Flimmerzelle. Der Protoplasmakörper enthält auch jetzt weiter Nichts als den Nucleus, und auch etwas später, wenn neben diesem letzteren die »contractile Blase« auftritt, wird dadurch die Zellennatur desselben nicht im Mindesten geändert. Nirgends tritt aber während der Embryonal-Entwicklung eine Vermehrung der Kerne auf, oder auch nur eine Andeutung der Zellenvermehrung, welche bei der Entwicklung aller höheren Thiere den Anfang der Ontogenesis einleitet und als Furchung bezeichnet wird. Dieses höchst wichtige Resultat betont auch Stein ausdrücklich, indem er (l. c. p. 21) sagt: »Mit der grössten Klarheit lässt sich verfolgen, wie die Zelle, welche zum Embryo wird, sich in diesen umgestaltet. Sie bleibt fort und fort eine einheitliche Masse, vergrössert sich mehr oder weniger, und nimmt allmälig eine gestrecktere ovale Form an; in ihrem Protoplasma treten ein oder mehrere contractile Behälter als erste Zeichen des erwachenden thierischen Lebens auf, und an ihrer äusseren Oberfläche entwickelt sich ein totales oder partielles Wimperkleid. Hiermit ist im Wesentlichen die Ausbildung des Embryo vollendet, er regt seine Wimpern, fängt an sich zu drehen und herumzuwälzen, und sucht nach einem Ausweg aus dem mütterlichen Leibe. Derselbe Körper, der noch vor Kurzem eine einfache ruhende Zelle war, ist jetzt, ohne dass irgend eine sichtbare Differenzirung in seiner Substanz eingetreten wäre, im Stande, sich auszurecken und zu verkürzen und verschiedentlich zu krümmen und zu winden. Die Keimkugel oder Embryonalzelle der In-

---

indem es sich zu einer lichten, von einer structurlosen Membran begrenzten Protoplasma-Kugel gestaltet, welche einen opakeren centralen Kern einschliesst. Diese von mir als »Keimkugel« bezeichnete Zelle entwickelt sich nun entweder unmittelbar zu einem Embryo, oder sie wird die Mutter neuer Generationen von Zellen, von denen eine jede für sich später einen Embryo liefert«.

fusorien verhält sich durchaus nicht wie die Eizelle höherer Thiere, welche durch den Furchungsprocess in ein Haufwerk kleinerer, den Embryonalkörper constituirender Zellen zerfällt, sondern sie verwandelt sich, wie sie ist, in den Embryonalkörper: ihre Membran wird zur Cuticula, ihr Protoplasma zur Körpersarcode, ihr Kern zum Nucleus des jungen Infusionsthieres. Der Embryo der Infusionsthiere ist also offenbar im strengsten Sinne des Wortes ein einzelliger Organismus«.

Auch im weiteren Verlaufe der Ontogenese der Ciliaten tritt niemals eine wahre Gewebebildung ein; niemals entstehen durch Theilung des Nucleus und der umgebenden Protoplasmamasse neue Zellen, welche sich zu verschiedenen Geweben: Epidermiszellen, Nerven, Muskeln, Darmepithelialzellen etc. differenzirten. Niemals ist überhaupt in irgend einem Stadium der Entwicklung durch irgend eine Untersuchungsmethode die Existenz von differenzirten Zellen im Ciliatenkörper nachzuweisen, wie besonders STEIN ausführlich bewiesen hat (l. c. p. 22 u. a. a. O.). Indem ich mich seinen bezüglichen Angaben nach meinen eigenen Beobachtungen völlig anschliesse, will ich ausdrücklich nochmals den vollständigen Mangel der Furchung als höchst wichtigen negativen Character hervorheben, den die Ciliaten mit allen übrigen Infusorien und mit allen Protozoen überhaupt theilen. Hierin und in dem dadurch bedingten vollständigen Mangel der Keimblattbildung liegt der fundamentale Unterschied, welcher die Protozoen (und Protisten) von allen sechs höheren Thierstämmen trennt. Ich halte diesen Unterschied für so bedeutungsvoll, dass ich die sechs höheren Phylen des Thierreichs als Metazoa oder Keimblattthiere zusammenfasse und der keimblattlosen Protozoa gegenüber stelle; ich werde hierauf gleich bei der Anwendung meiner Gastraea-Theorie zurückkommen.

Demnach behält auch im ganzen weiteren Laufe der individuellen Entwicklung der Ciliatenkörper den Formwerth einer einzigen Zelle. Nur bei denjenigen, wenig zahlreichen Ciliaten wird derselbe später mehrzellig, wo durch Theilung des ursprünglichen Nucleus zwei oder mehrere Nuclei entstehen. Zwei Nuclei neben oder hinter einander finden sich bei mehreren Oxytrichinen und Amphileptus-Arten; vier Nuclei soll nach STEIN Onychodromus grandis besitzen, eine grössere Anzahl Loxodes rostrum und Enchelys gigas. Natürlich besteht in allen diesen Fällen der Körper aus so vielen Zellen, als Nuclei vorhanden sind; denn nur der Nucleus bestimmt die Individualität der Zelle, und der vielgebrauchte Ausdruck: »vielkernige Zelle« ist eine »Contradictio in adjecto« (Vergl. hierüber die Monographie

der Kalkschwämme, Vol. I. p. 105). Indessen ist noch sehr die Frage, ob hier nicht die Mehrzahl der Kerne bereits mit der Sporenbildung in Zusammenhang steht. Sollte dies aber auch nicht der Fall sein und sollten diese »vielzelligen Ciliaten« wirklich im ausgebildeten Zustande constant mehrere Nuclei besitzen, so würde dieser Umstand deshalb für unsere morphologische Betrachtung ohne wesentliche Bedeutung sein, weil die Mehrzahl der Nuclei bei allen diesen vielzelligen Individuen ohne jeden Einfluss auf ihre sonstige Organisation ist, diese letztere vielmehr ganz mit derjenigen der einzelligen Ciliaten, also der grossen Mehrzahl übereinstimmt. Wir brauchen daher auf alle diese vielzelligen Ciliaten zunächst weiter keine Rücksicht zu nehmen, und werden erst später auf sie zurückkommen.

Nachdem festgestellt ist, dass ebenso wohl die Spore (oder »Keimkugel«) als auch der daraus hervorgegangene »Embryo« und das geborene und weiter entwickelte jugendliche Ciliat den Formwerth einer echten einfachen Zelle besitzt, ist nun weiter zu entscheiden, ob auch der vollkommen entwickelte, reife und fortpflanzungsfähige Ciliatenorganismus immer noch denselben einfachen Formwerth behält. Hier scheidet sich unser Weg von demjenigen der grossen Mehrzahl der Infusorienbeobachter. Nach reiflicher Erwägung aller bezüglichen Verhältnisse und auf Grund vielfältiger eigener Untersuchungen muss ich auf den Satz von Siebold und Kölliker zurückkommen, dass auch der vollkommen ausgebildete Körper des reifen Ciliaten (sofern derselbe nur einen Nucleus besitzt!) immer nur den morphologischen Werth einer Zelle behält. Hier trennt sich unser Weg der Betrachtung auch von demjenigen Steins, welcher sagt (l. c. p. 22): »die Infusorien sind in Bezug auf ihren Ursprung entschieden einzellige Thiere, und wenn man diese Bezeichnung nur in diesem Sinne gebrauchte, so würde ich dieselbe durchaus gerechtfertigt finden; ja sie würde sich sogar ungemein empfehlen, weil sie den fundamentalsten Unterschied der Infusionsthiere von den ausserhalb des Protozoenkreises stehenden Thieren, die ihrer ersten Anlage nach mehrzellige Organismen sind, sehr prägnant ausdrückt. Die ausgebildeten Infusionsthiere aber wird man immer Anstand nehmen müssen als einzellige Organismen zu bezeichnen; denn sie sind nicht blos einfach fortgewachsene Zellen, sondern der ursprüngliche Zellenbau hat einer wesentlich anderen Organisation Platz gemacht, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist«.

Diesen letzteren Satz hoffe ich durch die nachstehende Betrachtung zu widerlegen und zu zeigen, dass auch bei den höchst entwickelten und am stärksten differenzirten Ciliaten Nichts im Wege steht, ihren ganzen Körper als eine einzige Zelle aufzufassen. Selbstverständlich

darf man, um zu dieser Ueberzeugung zu gelangen, nicht die Ciliaten mit so einfachen und indifferenten Zellen vergleichen, wie z. B. die Eizellen, die Furchungszellen, die meisten Drüsenzellen, Epithelialzellen etc. darstellen; sondern man muss die am meisten differenzirten Zellenformen in Betracht ziehen, wie z. B. die Nervenzellen, Muskelzellen, Nesselzellen, viele Parenchymzellen von Pflanzen etc. sind. Nun denke man nur einmal an den verwickelten Elementarorganismus, welchen nach den neueren histologischen Entdeckungen viele, bisher für sehr einfach gehaltene Zellen im Thier- und im Pflanzenkörper darstellen; man denke nur an die Nervenzellen der höheren Thiere mit ihrem Fibrillensystem; an die Nesselzellen der Siphonophoren mit ihren höchst differenzirten Nesselkapseln, Nesselschläuchen, Nesselfäden etc., die sich neben dem Kerne im Protoplasma der Nesselzelle entwickeln; man denke weiter an die einzelligen Drüsen vieler niederen Thiere, mit ihrem »Ausführgang«, ihrer constanten Mündung (»Mundöffnung«), ihren verschiedenartig geformten Einschlüssen und Excrementen; man denke an den höchst complicirten Bau der quergestreiften Muskelzellen; man denke endlich an den verwickelten Organismus, den viele Pflanzenzellen mit ihren mannigfaltig differenzirten Umhüllungen, ihren Porencanälen, ihren pulsirenden Vacuolen (»contractilen Blasen«), ihrem inneren Protoplasmageflecht und dessen mannigfachen Einschlüssen (Amylumkörnern, Chlorophyllkörnern etc.) darstellen — und man wird bei unbefangener Vergleichung zugeben müssen, dass jeder dieser »einzelligen« Elementarorganismen hinsichtlich seiner mannigfaltigen Zusammensetzung aus differenten Formbestandtheilen und somit hinsichtlich seiner »vollkommenen Organisation« dem Ciliatenorganismus im Ganzen Nichts nachgiebt. Der Unterschied ist nur der, dass die hohe Differenzirung bei den angeführten, im socialen Zellenverbande des vielzelligen Organismus lebenden Zellen eine einseitige, durch die specielle physiologische Function der betreffenden Gewebe bedingte, ein Product der Arbeitstheilung ist; die hohe Differenzirung des Ciliatenorganismus hingegen, der als isolirte Einsiedlerzelle für alle Bedürfnisse des Lebens zu sorgen hat, ist eine allseitige, auf alle Lebensfunctionen ausgedehnte: die Ciliatenzelle vereinigt in sich viele verschiedene Differenzirungs-Processe, die wir bei anderen Zellen getrennt wahrnehmen.

Wenn wir von diesem Gesichtspuncte aus die Organisation der Ciliatenzelle prüfen, so müssen wir zunächst blos diejenigen Körpertheile und Organe ins Auge fassen, welche allen echten Ciliaten gemeinsam sind, welche bei der Ontogenese der Spore sich zuerst differenziren, welche demnach auch bezüglich ihrer Phylogenese als die ältesten, sowie für die morphologische Beurtheilung des Ciliatenkörpers und seiner

Stellung im System als die wichtigsten anzusehen sind. Diese Organe sind die Rindenschicht, das Markparenchym und der an der Grenze beider gelegene Nucleus. Indem wir von »Organen« des Ciliatenkörpers sprechen, gebrauchen wir diesen Begriff selbstverständlich nur im physiologischen Sinne, als Biorgan. Hingegen müssen wir Organe im morphologischen Sinne, wirkliche Idorgane, den Infusorien absprechen, da diese als Formindividuen zweiter Ordnung selbstverständlich immer aus einer Mehrzahl von Plastiden oder Formindividuen erster Ordnung zusammengesetzt sein müssen (vergl. die Monographie der Kalkschwämme, Bd. I. p. 103, 109).

Der erste Differenzirungsprocess, welchem wir bei den Embryonen oder bei den unmittelbar aus den einzelligen nackten Sporen entwickelten bewimperten Jugendzuständen der Ciliaten allgemein begegnen, ist die Differenzirung ihres Protoplasmakörpers in eine hellere festere Rindensubstanz und eine trübkörnige weichere Marksubstanz. Diese Differenzirung entspricht durchaus derjenigen, welche sich auch bei den Amoeben, sowie bei sehr vielen Parenchymzellen höherer Thiere vollzieht. Bei den Geisselzellen des Entoderms der Kalkschwämme habe ich sie jüngst ausführlich besprochen und die beiderlei Differenzirungsproducte als Exoplasma und Endoplasma bezeichnet (l. c. Vol. I. p. 138). Die dort gegebene allgemeine Darstellung passt vollständig auch auf den jungen Ciliatenkörper, weshalb ich sie hier wörtlich wiederholen will: »Die äussere Rindensubstanz (Exoplasma) ist völlig hyalin, etwas fester, wasserärmer, stärker lichtbrechend und enthält gar keine Körnchen. Die innere Marksubstanz (Endoplasma) ist körnig, etwas wasserreicher, schwächer lichtbrechend und enthält die Granula. So deutlich sich die beiderlei Substanzen auch oft von einander scheiden, so sind sie dennoch niemals scharf getrennt, gehen vielmehr ohne bleibende Grenzschicht in einander über, ähnlich wie die hyaline Rindensubstanz und die körnige Marksubstanz des Infusorienkörpers«. (Vergl. die Abbildung der Geisselzellen eines Ascon, l. c. Taf. 1, Fig. 8; eines Leucon, Taf. 25, Fig. 5, 6; eines Sycon, Taf. 41, Fig. 7.)

Die Rindensubstanz oder das Exoplasma der Ciliaten, das »Tegument« von Claparède und Lachmann, das »Rindenparenchym« von Stein, die Hautschicht oder Haut der Autoren, ist ursprünglich eine vollkommen homogene und structurlose, farblose, hyaline Schicht von festerem Protoplasma, welches sich von dem trüben, körnigen, weicheren Protoplasma der inneren Körpermasse durch einen geringeren Grad von Wassergeha[illegible] [illegible]el an körnigen F[illegible] und durch hohe selbständi[illegible] [illegible]uszeichnet.

bewegliche Anhänge des Ciliatenkörpers, die Wimpern in ihrer mannigfachen Gestalt, die Borsten, Haare, Stacheln, Haken, Griffel etc. sind weiter Nichts als structurlose Fortsätze dieses Exoplasma, welche dessen Contractilität oder »Automatie« theilen. Sie verhalten sich in dieser Beziehung gerade so, wie die Wimpern und Geisseln der Flimmerzellen, welche das Flimmerepithelium mehrzelliger Thiere constituiren.

Bei vielen, aber nicht bei allen (!) Ciliaten erfolgt secundär eine weitere Differenzirung dieser Rindenschicht in verschiedene Lagen, und da gerade die Beschaffenheit dieser secundär differenzirten Hautschichten neuerdings vorzüglich als Argument für die Vielzelligkeit verwerthet worden ist, müssen wir dieselben einzeln betrachten. Bei den am höchsten differenzirten Infusorien lassen sich folgende vier Schichten als Differenzirungsproducte des Exoplasma unterscheiden: 1) die Cuticularschicht; 2) die Wimperschicht; 3) die Myophanschicht; 4) die Trichocystenschicht.

Die Cuticula des Ciliatenkörpers wird von verschiedenen Autoren in wesentlich verschiedenem Sinne betrachtet. Die Mehrzahl der Autoren fasst unter dieser Bezeichnung die wirklichen Cuticularbildungen und die wesentlich davon verschiedene Wimperschicht mit ihren mannigfaltigen Anhängen zusammen. Diese Zusammenfassung ist vollständig unzulässig. Denn der Begriff der Cuticula ist sowohl in der Histologie der Pflanzen als der Thiere längst fest bestimmt, und bezeichnet lediglich Ausscheidungen, erhärtete Ausschwitzungen der äusseren Oberfläche des Körpers. Die sämmtlichen Cuticularbildungen sind demnach stets todte Plasmaproducte, niemals lebendige und bewegliche Theile oder differenzirte Schichten des Protoplasma. Nun kommen allerdings solche äussere Ausscheidungen der Rindenschicht bei den Ciliaten vor, jedoch in viel geringerer Ausdehnung als dies allgemein angenommen wird. Die grosse Mehrzahl der Ciliaten dürfte keine wahre Cuticula besitzen. Zu den echten Cuticularbildungen rechne ich: 1) die dünne, homogene, hyaline Haut, welche bei manchen Infusorien, z. B. Paramaecium, Trichodina unmittelbar über der nächstfolgenden Wimperschicht liegt, eine chitinartige Beschaffenheit besitzt und von den Wimpern durchbohrt wird; 2) die structurlose äussere elastische Schicht des Stiels der Vorticellinen etc.; 3) die gallertartigen Hülsen und Gehäuse, wie sie manche Ciliaten, z. B. Stentor, vorübergehend ausschwitzen, andere z. B. Cothurnia, Vaginicola, zeitlebens besitzen; 4) einen Theil der mannigfach diffe-'en »Panzer« und Gehäuse, sowie die »Schalen« vieler Ciliaten.

Ein Theil dieser Schalen besteht blos aus einem festeren, erhärteten Theil der Wimperschicht. Ein anderer Theil hingegen ist wirklich ein erhärtetes Secret der letzteren und hat mit dieser keinen organischen Zusammenhang mehr. Dahin gehören namentlich die glockenförmigen, chitinartigen Gehäuse der Tintinnodeen und der nahe verwandten Codonelliden, sowie die zierlichen gitterförmig durchbrochenen Kieselschalen der Dictyocystiden, welche in dem nachfolgenden Aufsatze »über einige neue pelagische Infusorien« näher beschrieben sind (Taf. XXVII, XXVIII). Diese Schalen oder Gehäuse vieler »gepanzerter« Infusorien sind hinsichtlich ihrer Genese und morphologischen Bedeutung den ausgeschiedenen Membranen vieler Zellen gleichzusetzen; und wenn man bedenkt, welchen verwickelten und vielgestaltigen Bau diese Zellmembranen (als »äussere Protoplasmaproducte!«) bei vielen Pflanzenzellen (Pollen!), bei den Eizellen vieler Thiere erreichen, welche mannigfaltigen Fortsätze, Anhänge etc. hier von denselben gebildet werden, so wird man nicht die mindeste Schwierigkeit finden, auch die vielfach differenzirten Gehäuse der Ciliaten unter den Begriff der »Zellmembran« oder wenn man lieber will, des »Zellgehäuses« unterzubringen.

Die Wimperschicht, welche allen Ciliaten ohne Ausnahme zukömmt, liegt bei den mit einer wahren Cuticula versehenen Arten unter dieser letzteren, während sie bei den einer Cuticula entbehrenden die oberflächlichste Körperschicht darstellt. Dieselbe besteht aus einer dünnen homogenen, ziemlich festen, elastischen und contractilen Haut, als deren unmittelbare Fortsätze sämmtliche Wimpern (und die daraus differenzirten Haare, Borsten, Stacheln, Griffel, Haken etc.) anzusehen sind. Die meisten Autoren betrachten die letzteren als directe Fortsätze der Cuticula. Indessen ist diese Anschauungsweise nach dem, was wir vorher über den festen histologischen Begriff der Cuticula bemerkt haben, vollkommen unzulässig. Die contractilen und beweglichen Cilien und ebenso alle durch deren Differenzirung entstandenen Fortsätze können nur Fortsätze einer lebendigen contractilen Parenchymschicht, nicht aber einer todten, von dieser ausgeschiedenen Cuticula sein. Wo daher eine wirkliche, auf der Wimperschicht liegende Cuticula vorhanden ist, da müssen nothwendig die Cilien letztere durchbohren; bei den mit einem umfänglichen Schalengehäuse versehenen müssen sie aus einer Oeffnung des letzteren hervortreten. Bei der Mehrzahl der Ciliaten aber, bei denen weder eine Cuticula noch ein Gehäuse den nackten Körper umschliesst, da wird die ganze Oberfläche des Körpers von der dünnen Wimperschicht gebildet, von der direct die Cilien entspringen.

Die Myophanschicht, welche ich hier als dritte besondere Schicht der Rindensubstanz unterscheide, ist identisch mit derjenigen, welche die meisten neueren Autoren als »Muskelschicht« oder »Muskelhaut« aufführen. Sie hat sich keineswegs bei allen, doch wohl bei der Mehrzahl der Ciliaten deutlich nachweisen lassen, und erscheint als ein System von regelmässigen, parallelen, feinen Streifen, welche meistens in longitudinaler, anderemale in transversaler (circularer), bisweilen auch in spiraler Richtung (Spirostomum) dicht gedrängt neben einander verlaufen und abwechselnd heller und dunkler erscheinen. Zuerst hat O. Schmidt die dunkleren (stärker lichtbrechenden) Streifen, welche oft aus einer Reihe hinter einander liegender Körnchen zusammengesetzt oder selbst deutlich quergestreift erscheinen, für Muskelfasern erklärt und die ganze Faserschicht dem Hautmuskelschlauche der Würmer verglichen. Auch Stein und Andere haben sich dieser Deutung angeschlossen. Greeff hat neuerdings umgekehrt die schmaleren hellen Streifen für Muskelfasern erklärt; er scheint dieselben für hohl zu halten; wenigstens spricht er von »Lumina der Muskelfasern« (l. c. p. 381). Aus den Beobachtungen von O. Schmidt, Stein und Anderen scheint mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen, dass die dunkleren, oft körnigen, bisweilen wirklich »quergestreiften« Fasern, zu denen auch der characteristische »Stielmuskel« der Vorticellen gehört, wirklich contractile Fasern sind, welche durch ihre Contraction analog Muskeln wirken und Formveränderungen des Körpers bewirken. Vom physiologischen Standpuncte aus erscheint diese Vergleichung gerechtfertigt und wird namentlich durch die bekannten Untersuchungen von Kühne bis zu einem gewissen Grade gesichert. Vom morphologischen Standpuncte aus können wir dieselbe aber nicht gelten lassen, sondern können diesen contractilen Streifen nur den Werth von differenzirten Sarcodezügen oder Protoplasmasträngen zugestehen. Für den morphologischen Begriff des Muskels ist seine Zellennatur unerlässlich. Muskeln in morphologischem Sinne können wir nur solche Zellen oder Zellencomplexe nennen, welche ausschliesslich die Fähigkeit der Contraction, d. h. der selbständigen Verkürzung mit gleichzeitiger Dickenzunahme besitzen. Jede Muskelfaser ist entweder eine einzige Zelle (mit einem Kern), so z. B. die glatten Muskelelemente der Wirbelthiere: einzellige Muskeln; oder sie ist ein Aggregat von mehreren innig verbundenen Zellen (ein Syncytium) [1], in welchem Falle die Zahl der eingeschlossenen Kerne die

[1]) Ueber den Begriff des Syncytiums vergl. meine Monographie der Kalkschwämme, Vol. I, p. 161.

Zahl der Zellen anzeigt, aus denen die »vielzellige Muskelfaser« zusammengesetzt ist. Die wahre Muskelfaser muss demnach stets entweder einen oder mehrere Kerne enthalten, oder wenigstens während ihrer Entwicklung enthalten haben. Bei den angeblichen »Muskelfasern« der Infusorien ist dies nirgends der Fall; niemals zeigen dieselben eine Spur von einem Kerne oder von einer Zusammensetzung aus Zellen; vielmehr lassen sie sich nur als Theile einer Zelle auffassen, und zwar nur als Theile einer dünnen Wandschicht, die allerdings einer Arbeitstheilung der Plastidule[1]), d. h. einer Differenzirung der Sarcodemolekule im Protoplasma der Zelle ihren Ursprung verdanken. Theile einer Zelle können aber niemals als Muskeln bezeichnet werden. Richtiger ist die Vergleichung KÖLLIKER's, der die quergestreiften Faserzüge der Ciliaten mit »Muskelfibrillen« zusammenstellt. Doch bleibt dabei zu berücksichtigen, dass es noch Niemandem gelungen ist, diese contractilen Sarcodestränge wirklich als einzelne Fasern zu isoliren. Aber auch noch aus einem zweiten Grunde dürfen wir die fraglichen Faserzüge nicht als Muskeln gelten lassen. Wahre Muskeln können wir nur bei solchen Thieren annehmen, welche auch unzweifelhafte Nerven besitzen. Wo die Differenzirung in Muskel und Nerv überhaupt noch nicht eingetreten ist, da kann man in strengerem Sinne ebenso wenig von Muskeln als von Nerven sprechen, sondern muss Zellen, welche die Functionen dieser beiden Gewebe noch vereint vollziehen, »Neuromuskelzellen« nennen. Den scharfsinnigen Nachweis hierfür hat N. KLEINENBERG in seiner vortrefflichen Monographie der Hydra geliefert[2]). Nun ist es aber bekanntlich noch keinem einzigen Beobachter gelungen, auch nur die Spur eines Nervensystems in den Ciliaten nachzuweisen; vielmehr haben alle dahin zielenden Erfolge rein negative Resultate gehabt. Wir würden also, selbst wenn die angeblichen Muskeln der Infusorien wirkliche Zellen oder Zellenaggregate wären, sie höchstens als »Neuromuskelzellen« bezeichnen dürfen. Das ist nun aber keineswegs der Fall. Vielmehr sind sie den Neuromuskeln nur physiologisch, aber nicht morphologisch zu vergleichen; mithin können wir ihnen nur den Werth von differenzirten contractilen Sarcodezügen

1) Den von Dr. ELSBERG in New-York vorgeschlagenen Ausdruck »Plastidul« statt des vielsylbigen Wortes »Protoplasma-Molekul« halte ich für eine kurze und passende Bezeichnung für die hypothetischen Sarcode-Theilchen, welche als die eigentlichen elementaren Factoren des Plastiden-Lebens innerhalb der einzelnen Cytode oder Zelle auftreten.

2) NICOLAUS KLEINENBERG, Hydra. Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig. 1872.

des Exoplasma zugestehen, die man, wenn man will, Scheinmuskeln oder Myophane nennen kann.

Eine vierte und letzte Rindenschicht scheint bei vielen Ciliaten (aber keineswegs bei allen) durch eine unterhalb der Myophanschicht liegende dünne Exoplasmaschicht gebildet zu werden, welche unmittelbar an das Endoplasma grenzt und welche bei einzelnen Arten (aber nicht bei vielen!) die als Trichocysten oder Hautstäbchen bezeichneten Gebilde umschliessen soll. Wir wollen sie daher einfach die Trichocystenschicht nennen. Bekanntlich werden diese Stäbchen oder Trichocysten, welche nach Zusatz von Essigsäure etc. oft einen Faden hervortreten lassen, bald mit Tastkörperchen, bald mit den Nesselorganen der Acalephen verglichen. Greeff sagt sogar: »Sollte es sich bestätigen, dass diese Gebilde in der That zum Vorticellenkörper gehörige Nesselorgane seien, so würde das für die Kenntniss vom Aufbau des Infusorienkörpers von der grössten Wichtigkeit sein, da diese Nesselkapseln in Rücksicht auf ihre vollständige Uebereinstimmung mit denen der Cölenteraten sich ohne Zweifel auch ganz wie diese aus Zellen entwickeln würden« (l. c. p. 384). Wir brauchen nun hier die streitige physiologische Function dieser Hautstäbchen oder Nesselkapseln oder Trichocysten gar nicht weiter zu erörtern, sondern haben blos vom morphologischen Standpunct aus die Frage zu erörtern, ob in ihrer Structur und Entwicklung irgend ein Beweis gegen die Einzelligkeit und für die Vielzelligkeit des Ciliatenkörpers liegt. Die meisten Autoren nehmen dies ohne Weiteres an und behaupten, dass der Besitz zahlreicher »Nesselkapseln« mit der Einzelligkeit völlig unverträglich sei. Mit welchem Grunde sie dies jedoch behaupten, ist mir völlig unbegreiflich. Es ist eine längst festgestellte Thatsache, die ich schon in meiner Monographie der Geryoniden ausführlich erörtert habe, dass sich die Nesselkapseln der Acalephen nicht (wie man früher glaubte) aus dem Nucleus der Nesselzellen, sondern ganz unabhängig von diesem in deren Protoplasma entwickeln; und zwar bilden sich bei vielen Acalephen in jeder Nesselzelle gleichzeitig viele Nesselkapseln, während bei anderen sich in jeder nur eine einzige entwickelte Kapsel vorfindet. Man vergleiche nur die sehr sorgfältige Darstellung der Nesselzellen, welche neuerdings Franz Eilhard Schulze und N. Kleinenberg in ihren ausgezeichneten Monographien der Cordylophora und der Hydra gegeben haben. Da mithin die einzelne Nesselzelle der Acalephen zahlreiche Nesselkapseln in ihrem Protoplasma, ganz unabhängig vom Nucleus bildet, so ist durchaus nicht einzusehen, warum nicht auch der einzellige Ciliatenorganismus dasselbe Recht besitzen soll. Vielmehr beweisen

die zahlreichen Nesselkapseln, welche bei einigen (wenigen!) Ciliaten im Exoplasma sich finden und auch hier ganz unabhängig von dem einfachen Nucleus sich bilden, nicht das Mindeste gegen deren Einzelligkeit. Wenn daher Greeff (l. c.) in den Nesselkapseln der Vorticellinen nicht allein einen Beweis für ihre Vielzelligkeit, sondern auch für ihre Verwandtschaft mit den Cölenteraten erblickt, so sind diese beiden Gründe völlig werthlos und bedürfen keiner weiteren Widerlegung[1].

Fassen wir jetzt unsere Resultate der Untersuchung des Exoplasma oder der Rindensubstanz des Ciliatenkörpers zusammen, so ergiebt sich, dass in ihrer Structur, selbst bei den am höchsten differenzirten Infusorien, nicht der mindeste Grund gegen ihre Auffassung als einfache Zelle zu finden ist. Weder die Cuticularbildungen, noch die Wimperschicht mit ihren beweglichen Wimpern, noch die Myophanschicht mit ihren Pseudomuskelfibrillen, noch endlich die Trichocystenschicht mit ihren zahlreichen Nesselkapseln liefert irgend ein haltbares Argument gegen die Auffassung des ganzen Körpers als einfacher Zelle. Dasselbe gilt nun aber auch von dem Endoplasma oder der Marksubstanz, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt wenden.

Das Endoplasma oder die Marksubstanz des Ciliatenkörpers hat in noch viel höherem Masse als das Exoplasma oder die Rindensubstanz die allerverschiedenartigste Auffassung erfahren und ist vorzüglich Ursache der noch heute sich schroff gegenüberstehenden Ansichten über hohe oder niedere Organisation der Infusorien geworden. Nirgends so wie hier hat die hohe Autorität Ehrenberg's durch die Einführung einer völlig unberechtigten und irrthümlichen Deutung einfacher Verhältnisse gründliche Verwirrung angerichtet und wirkt noch heute als Fehlerquelle fort. Bekanntlich besteht der Hauptirrthum Ehrenberg's darin, dass er den Ciliaten einen vollständigen Darmcanal mit Mund und After zuschreibt. An diesem Darmcanale sollen zahlreiche Magensäcke frei in die Leibeshöhle hinab hängen, welche in seinem grossen Infusorienwerke mit einer Bestimmtheit und Deutlichkeit abgebildet sind, die Nichts zu wünschen übrig lässt[2]. Ehrenberg hat deshalb die Ciliaten als »Polygastrica enterodela« bezeichnet. Schon im Jahre 1845 führte

1) Besonders zu bemerken ist noch, dass die eigenthümlichen, ovalen, paarweise unter der Myophanschicht liegenden »Nesselkapseln«, auf welche Greeff seine Ansicht stützt, bis jetzt blos bei einem einzigen Ciliaten, bei Epistylis flavicans, aufgefunden sind. Sie sind hier (was Greeff nicht zu wissen scheint) schon längst von Claparède und Lachmann (l. c. p. 112), später auch von Engelmann beschrieben worden (Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. XI, p. 372).

2) Der polygastrische Darmcanal von Ehrenberg ist besonders schön in seinem grossen Infusorien-Werke ausgemalt auf Taf. XXXI, Fig. 1 von Enchelys pupa,

Siebold (in dem ersten Hefte seines »Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie«, p. 14—19) den klaren und bündigen Beweis, dass diese ganze polygastrische Hypothese auf Täuschung beruhe. »Die von Ehrenberg als Magensäcke betrachteten, im Parenchym der Infusorien unregelmässig zerstreuten, blasenförmigen hohlen Räume besitzen niemals einen hohlen Stiel, durch welchen sie mit einem Darmcanale bei den Enterodelen (= Ciliaten) in Verbindung stehen sollen. Einen Darmcanal wird man überhaupt nicht bei den Infusorien entdecken können. Jene blasenförmigen Aushöhlungen des Parenchyms enthalten eine klare Feuchtigkeit, welche die Infusorien aus dem flüssigen Medium, in welchem sie sich aufhalten, durch die Hautoberfläche aufsaugen oder durch den Mund verschlucken und in das nachgiebige leicht aus einander weichende Parenchym ihres Körpers hineindrängen. Wendet man die Fütterungsmethode an, so werden die in dem Wasser schwebenden Farbstoffpartikelchen durch den Strudel, welchen die bewimperten Mundöffnungen vieler Infusorien im Wasser erregen, herbeigeholt und mit dem Wasser verschluckt. Das Wasser sammt den Farbstoffpartikelchen häuft sich allmälig am unteren Ende des Oesophagus an und drängt hier das nachgiebige Parenchym blasenförmig von einander. So lange dieses Wasser wie ein Tropfen noch mit dem unteren Ende der Speiseröhre zusammenhängt, hat das Ganze das Ansehen einer gestielten Blase; hat sich aber ein solcher Wassertropfen von der Speiseröhre losgelöst, indem er durch die Contraction der letzteren in das lockere Parenchym hineingedrängt worden ist, so erscheint derselbe als eine ungestielte Blase, in welcher die verschluckten Körper vollständig abgeschlossen liegen. Werden dergleichen mit festem Futter gefüllte Tropfen im Parenchym der Infusorien zu dicht an einander gedrängt, so geschieht es zuweilen, dass sie zu einem einzigen grösseren Tropfen in einander

---

auf Taf. XXXII, Fig. 1 von Leucophrys patula. Hier »sieht man das Fortrücken der Speise in dem schlangenförmigen Darme, woran die Magen wie Beeren sitzen, deren Stiele nur dann sichtbar werden, wenn sie den Inhalt der Magen ein- oder auslassen«. Wenn man die Bestimmtheit erwägt, mit der Ehrenberg diese völlig falschen Angaben macht und noch jetzt, nach 85 Jahren, allen Gegenbeweisen gegenüber aufrecht erhält, so dürfte man auf ihn den Vorwurf anwenden, welchen er selbst unverdienter Weise Siebold macht, dass nämlich »der fleissige Autor doch vorsichtiger die Wissenschaft vor neuen Meinungen über die Organisation der mikroskopischen Organismen hätte schirmen sollen, die leicht hinein, aber schwer herausgebracht werden; denn bekanntlich erörtern die meisten Schriftsteller nicht das Wahre, sondern das Falsche in langen Worten und unnöthigen Schriften«. (Monatsberichte der Berlin. Akad. 1848, p. 285). Dieses wahre Dictum findet auf Niemand mehr Anwendung als auf Ehrenberg selbst.

fliessen, was beweist, dass diese Tropfen nicht von besonderen Magenhäuten umgeben sind. Die verschluckten festen Futterstoffe, welche häufig aus niederen Algen, namentlich aus Diatomeen, Oscillatorien etc., aber auch aus Infusorien bestehen, stecken nicht selten, ohne von einer Feuchtigkeit blasenförmig umgeben zu sein, unmittelbar im Parenchym. Die festen Nahrungsstoffe, mögen sie unmittelbar im Parenchym der Infusorien stecken oder von Flüssigkeit blasenförmig umgeben sein, werden durch die Bewegungen der Thiere, während sie sich ausdehnen oder contrahiren, mit dem gallertigen Parenchym des Leibes durch einander und über einander geschoben; bei einigen circulirt das lose Parenchym, sammt den in ihm steckenden Nahrungsstoffen, regelmässig und kreisförmig, nach Art des Saftes in den Gliederröhren der Chara-Arten auf und nieder. Ganz besonders auffallend und vom höchsten physiologischen Interesse erscheint diese Circulation des Leibesinhalts bei Loxodes bursaria« (l. c. p. 18). Ich habe diese Stellen aus der Darstellung Siebolds hier wörtlich angeführt, weil diese ausgezeichnete, schon vor 28 Jahren gegebene Darstellung höchst naturgetreu ist und in allem Wesentlichen den Nagel auf den Kopf trifft. Wäre dieselbe von den nachfolgenden Beobachtern der Infusorien mehr beachtet und geprüft worden, so wären der Infusorienkunde viele Irrthümer erspart geblieben, die jetzt einen grossen Theil ihrer Literatur füllen. Meine vielfältigen eigenen Beobachtungen, die sich über alle Hauptgruppen der Ciliaten erstrecken, haben mich zu ganz denselben Anschauungen geführt, welche Siebold schon im Jahre 1845 publicirte, und über welche im Einzelnen sein Lehrbuch der vergleichenden Anatomie (p. 14—19) und sein 4 Jahre später publicirter vortrefflicher Aufsatz »über einzellige Pflanzen und Thiere« nachzusehen ist (Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. I, 1849, p. 270—294).

Die Auffassung Siebold's fand die nächsten eifrigen Gegner in Claparède und Lachmann, welche in ihrem grossen Infusorien-Werk zwar nicht die Theorie des polygastrischen Darmcanals von Ehrenberg adoptirten, dafür aber eine monogastrische Theorie vertraten, welche zuerst von Lachmann in Folge seiner Untersuchungen über die Vorticellen aufgestellt war, und wonach die Ciliaten »eine grosse, mit Chymus erfüllte Verdauungs- oder Magenhöhle mit Mund und After« besitzen. Diese »cavitè digestive distincte« wird bald als »cavitè générale du corps«, bald als »véritable intestin, canal alimentaire« etc. bezeichnet (Études etc. p. 28—42). Das Wesentlichste dieser Anschauung liegt darin, dass das ganze weiche oder »festflüssige« Innen-Parenchym (die Marksubstanz des Ciliaten-Körpers) als Speisebrei oder Chymus gedeutet wird, mithin nicht als wirklicher Körpertheil, sondern als Darminhalt. Der Mund

führt durch eine kurze Speiseröhre in eine grosse geräumige »Verdauungshöhle oder Magenhöhle«, deren Wand, die »Rindenschicht«, demnach gleichzeitig Magenwand und Körperwand ist. Die unverdauten Bestandtheile des Chymus werden aus dieser Magenhöhle durch einen (nicht immer vorhandenen!) After nach aussen abgeführt. Daraus ergiebt sich im Wesentlichen die nächste Verwandtschaft der Ciliaten zu den Cölenteraten, bei denen dieselbe characteristische Einrichtung des Ernährungs-Apparates überall wiederkehrt. CLAPARÈDE und LACHMANN versäumen denn auch nicht, diese Verwandtschaft ausdrücklich zu betonen. »La cavité générale sert de cavité digestive, ou si parfois il existe une cavité digestive spéciale, elle est en communication ouverte avec la cavité générale. C'est cette disposition du système digestif qui justifie le nom de Cölentérés. Or, cette définition des Cölentérés s'applique parfaitement aux Infusoires, et si l'on ne spécifie pas le type de la classe, il faut considérer les Infusoires comme formant une simple subdivision des Cölentérés« (l. c. p. 59).

Diese Auffassung der Ciliaten von CLAPARÈDE und LACHMANN stimmt zwar darin mit EHRENBERG's Anschauung überein, dass die Infusorien hochorganisirte Thiere mit einem vollständigen Darmcanal sind; allein sie entfernt sich anderseits weit von der polygastrischen Theorie, indem sie diese Darmhöhle zugleich als Leibeshöhle betrachtet und die Ciliaten auf Grund dieses Verhältnisses mit den Cölenteraten vereinigt. Das gänzlich Verfehlte dieser Auffassung, welche im Wesentlichen auch von LIEBERKÜHN und anderen Beobachtern getheilt wurde, ist neuerdings besonders von STEIN in der zweiten Abtheilung seines grossen Infusorien-Werkes (1867, p. 6 ff.) nachgewiesen. Trotzdem hat in neuester Zeit die CLAPARÈDE-LACHMANN'sche Theorie einen entschiedenen Vertheidiger und Restaurateur in GREEFF gefunden, welcher in seinen »Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen« zu folgendem Resultate gelangt: »Die unter der Cuticula liegende Rindenschicht umschliesst nach innen in fester Grenze einen Raum, die Körperhöhle. Der Inhalt der Körperhöhle besteht aus einem dünnflüssigen Brei von aufgenommener oder bereits mehr oder minder aufgelöster Nahrung, d. h. aus Chymus, der durch stete Zufuhr neuer Nahrung und Wasser von aussen durch die Mundöffnung und durch Abgabe der verbrauchten Stoffe durch den After in einem fortwährenden Wechsel begriffen ist. Im Inneren der Körperhöhle kreist dieser Nahrungsbrei beständig umher, wodurch einerseits die Zerkleinerung und Chymificirung, mit einem Worte die Verdauung und anderseits die Vertheilung der ernährenden Substanzen durch den ganzen Körper befördert wird. Wir sehen somit in der Körperhöhle der Vorticellen

einen Gastrovascular-Raum im vollen Sinne des Wortes, eine Körperhöhle, in der die Verdauung und Circulation resp. Ernährung ganz in derselben Weise erfüllt wird, wie bei den Cölenteraten« (l. o. p. 191, 192).

Obgleich nun Greeff wie man sieht, lediglich die Ansicht von Claparède und Lachmann reproducirt, beginnt er doch seine Darstellung derselben mit den Worten: »Ehrenberg verdanken wir die erste richtige Anschauung von dem Ernährungs-Apparat der Vorticellen« (l. c. 1870, p. 185). Wie man aber die polygastrische Theorie von Ehrenberg für richtig erklären und gleichzeitig die völlig verschiedene Gastrovascular-Theorie von Claparède und Lachmann zur seinigen machen kann, ist mir völlig unverständlich. Ebenso unverständlich ist mir, durch welche Ursachen sich Greeff die »leicht zitternde Strömung« oder die »vibrirende Bewegung« des Inhalts der »verdauenden Körperhöhle« hervorgebracht denkt? Ebenso unverständlich ist mir, wie diese »Rotation« des Nahrungsbreies »die Vertheilung der ernährendan Substanzen durch den ganzen Körper befördern« soll, da ja nach Greeff's Anschauung der »ganze Körper« eigentlich nur aus der festen, nicht rotirenden »Rindenschicht« und den mit dieser zusammenhängenden Organen (Cuticula, Wimpern, Nucleus etc.) besteht, die ganze innere »scharf abgegrenzte« Höhle aber nur eine einfache, mit dem rotirenden Chymus selbst vollständig angefüllte Cavität ist? Ebenso unverständlich ist mir endlich (neben vielem Anderen) auch folgender Satz: »Die Formbestandtheile, die nach Entfernung der grösseren Nahruungsballen zurückbleiben, sind bei einigen Arten ausserdem von ganz constanter Gestalt und Grösse, wie sie z. B. bei Epistylis flavicans in glänzenden, leicht gelb gefärbten, oft zu mehreren, meist zu drei oder vier zusammengeballten verhältnissmässig grossen Kügelchen bestehen, so dass man versucht ist, das ganze von den gröberen noch ungelösten oder unlöslichen Nahrungsstoffen befreite Fluidum als die mit Wasser vermischte Blutflüssigkeit oder Chylus anzusehen« (l. c. p. 194). Hiernach scheint Greeff anzunehmen, dass der »Chymus«, welcher die »Leibeshöhle oder verdauende Körperhöhle« erfüllt, sich unmittelbar durch »Entfernung der grösseren Nahrungsballen« in die »mit Wasser vermischte Blutflüssigkeit oder Chylus« verwandelt. Indessen dürfte dieser Theorie doch der übliche Sprachgebrauch der Anatomie und Physiologie entgegenstehen, wonach »Chymus, Chylus und Blutflüssigkeit« wesentlich verschiedene Begriffe sind.

Um die von Greeff restaurirte Gastrovascular-Theorie von Claparède und Lachmann definitiv zu widerlegen, bedarf es weiter Nichts, als

einer scharfen Begriffsbestimmung des innern Hohlraums der Zoophyten oder Cölenteraten, welcher bald als »Leibeshöhle« oder »allgemeine Körperhöhle«, bald als »Magenhöhle, Darmhöhle« etc. bezeichnet wird. Ich habe diese Begriffsbestimmung in meiner Monographie der Kalkschwämme (Vol. I, p. 467) zu geben gesucht, indem ich auf Grund der nachher noch zu besprechenden Gastrula-Entwicklung den anatomischen und genetischen Nachweis führte, dass Leibeshöhle und Darmhöhle der Thiere völlig verschiedene Hohlräume sind, die niemals mit einander in Zusammenhang stehen und auf ganz verschiedene Weise entstehen. Die Darmhöhle oder verdauende Cavität (gaster, cavitas enterica), und ebenso alle davon ausgehenden Ausbuchtungen (Gastrovascular-Räume, Gastrocanäle, Darmdrüsen, Blinddärme etc.) sind stets ursprünglich vom Entoderm oder Gastralblatte, dem inneren Keimblatte oder Darmdrüsenblatte ausgekleidet. Der Inhalt der Darmhöhle ist aufgenommene Nahrung und Wasser, Speisebrei oder Chymus. Die Leibeshöhle oder Eingeweidehöhle hingegen (cöloma, cavitas pleuroperitonealis) befindet sich stets zwischen dem äusseren und inneren ursprünglichen Keimblatte, zwischen Exoderm und Entoderm, und entsteht durch Ansammlung von Flüssigkeit zwischen Beiden, oder in einer Lücke des mittleren Keimblattes, in der Spalte zwischen den beiden Spaltungslamellen des letzteren, zwischen Hautmuskelblatt (oder Hautfaserplatte) und Darmmuskelblatt (oder Darmfaserplatte). Diese Flüssigkeit, welche das Cölom erfüllt, ist niemals Speisebrei oder Chymus, sondern stets ein durch die Darmwand transsudirter Saft, den man entweder Chylus oder Blut (im weiteren Sinne) nennen kann. Allerdings stehe ich mit dieser Auffassung der Darmhöhle und Leibeshöhle in Gegensatz zu der Mehrzahl der Autoren, welche nach dem Vorgange von Leuckart den Zoophyten oder Cölenteraten (den Spongien, Hydromedusen, Ctenophoren, Corallen) eine Leibeshöhle zuschreiben und eine Darmhöhle absprechen. Allein ich stütze mich auf die Entwicklungsgeschichte, welche klar das Gegentheil lehrt. Bei allen Cölenteraten oder Zoophyten ist der zusammenhängende Leibeshohlraum (der in der einfachsten Gestalt bei der Gastrula-Larve auftritt) von Anfang an mit einer Zellenschicht des Entoderms oder des inneren Keimblattes (Darmdrüsenblattes) ausgekleidet, und muss daher, wie bei allen höheren Thieren, als Darmhöhle bezeichnet werden. Eine wahre Leibeshöhle, ein Cölom oder eine »Pleuroperitoneal-Höhle«, geht hingegen den sämmtlichen Zoophyten (ebenso wie den Plathelminthen) völlig ab und kömmt erst bei den höheren Würmern (Cölomaten) und den davon abzuleitenden vier höheren Thierstämmen zur Entwicklung.

Wenn nun wirklich, wie Greeff nach dem Vorgange von Claparède und Lachmann behauptet, »die verdauende Körperhöhle der Infusorien ein Gastrovascular-Raum im vollen Sinne des Wortes« wäre, wie bei den Cölenteraten, so müsste dieselbe selbstverständlich vom Entoderm, vom Gastralblatte oder inneren Keimblatte ausgekleidet sein. Nun ist aber bekanntlich noch von Niemandem bei den Infusorien eine Spur von Keimblättern überhaupt nachgewiesen worden, und alle Bemühungen, an der Innenfläche der angeblichen »verdauenden Körperhöhle« der Ciliaten eine Spur von einem Epithelium oder überhaupt von einer aus Zellen zusammengesetzten Masse wahrzunehmen, sind völlig vergeblich gewesen. Es liegt mithin nicht der geringste anatomische Grund vor, jenen angeblichen »Gastrovascular-Raum« der Ciliaten mit dem wahren Gastrovascular-Raum oder der Darmhöhle der wirklichen Zoophyten oder Cölenteraten zu vergleichen. Ebenso spricht auch die Entwicklungsgeschichte definitiv dagegen. Vielmehr zeigt die sorgfältigste anatomische und ontogenetische Untersuchung unwiderleglich, dass der ganze sogenannte Chymus der Ciliaten, der weiche, festflüssige »Inhalt« der angeblichen Gastrovascular-Höhle, durchaus weiter Nichts ist, als die weichere und wasserreichere Marksubstanz des Protoplasma oder der Sarcode des einzelligen Körpers. Das Verhalten dieses Endoplasma oder der verdauenden Marksubstanz, welches schon Siebold so vortrefflich geschildert hat (l. c.), ist durchaus dasselbe wie bei den Amoeben und bei anderen einzelligen Organismen, welche geformte feste Nahrungsstoffe von aussen aufnehmen. Da auch Stein diese Auffassung theilt und sehr ausführlich begründet hat, bin ich hier einer weiteren Beweisführung enthoben.

Durch diese Auffassung erklären sich auch ganz einfach die Bewegungserscheinungen innerhalb des Endoplasma, welche bald mehr bald weniger deutlich auftreten, am auffallendsten bekanntlich bei Paramaecium bursaria und einigen verwandten Arten, wo eine förmliche Rotation der verdauenden Marksubstanz und der von ihr umschlossenen Nahrungsbissen stattfindet. Schon Siebold hat dieselbe vollkommen zutreffend mit den Saftströmungen innerhalb der Pflanzenzellen (bei Chara, l. c. p. 18) verglichen. In der That sind alle diese Bewegungsphänomene Nichts anderes als innere Protoplasmabewegungen oder »Sarcodeströmungen«. Wer die vielfach wechselnde und sowohl bezüglich der Geschwindigkeit als der Qualität mannichfach verschiedene Form dieser Strömungen bei den Moneren, den Amoebinen, den Rhizopoden (Acyttarien, Radiolarien) und innerhalb der Parenchymzellen der Pflanzen, sowie einzelner thierischer Gewebe (Knorpel!) sorgfältig studirt und verglichen hat, der wird nicht Anstand

nehmen, auch die sämmtlichen Bewegungen und »Strömungen« innerhalb der Marksubstanz des Ciliatenkörpers in dieselbe Kategorie zu stellen. Sogar die verschiedenen Formen derselben bei den letzteren haben ihre durchaus entsprechenden Formen innerhalb der Pflanzenzellen. Allerdings bestreitet Greeff die Richtigkeit dieser Vergleichung entschieden und bemerkt: »Nicht einmal die Grundsubstanz des circulirenden Breies ist Sarcode oder Protoplasma im Sinne der Autoren. Denn die Rotationsbewegung ist nicht die einer zähen contractilen Substanz, sie äussert sich nicht nach Art der sonstigen bekannten amoeboiden langsam kriechenden Protoplasmaströme, sondern sie schreitet überall leicht und lebhaft beweglich, zuweilen in leicht zitternder Strömung durch den Innenraum« (l. c. p. 192). Aus dieser Bemerkung geht einfach hervor, dass Greeff die bedeutenden Verschiedenheiten in der Geschwindigkeit und Form der Protoplasmaströmungen, wie sie z. B. innerhalb der Pflanzenzellen leicht wahrzunehmen sind, gar nicht kennt; er scheint zu glauben, dass alles Protoplasma zähe und alle Bewegungen desselben langsam sind. Dies ist aber bekanntermassen durchaus nicht der Fall. Man denke nur an die höchst verschiedene Geschwindigkeit der Sarcodeströmungen bei den verschiedenen Rhizopoden und bei den verschiedenen Myxomyceten! Auffallender Weise macht Greeff gar keinen Versuch, die von ihm weitläufig beschriebene »Rotationsströmung«, welche er »eine der auffallendsten Erscheinungen« nennt (l. c. p. 188), irgendwie zu erklären und nach ihren Ursachen zu fragen. Offenbar läge es am nächsten für ihn, ein inneres Flimmerepithelium an der Innenwand des angeblichen Gastrovascularraums als Ursache derselben anzunehmen, wie bei den übrigen Cölenteraten. Da indessen von einem solchen niemals eine Spur nachgewiesen werden kann, zieht er dasselbe überhaupt mit Recht nicht in Betracht. Dass die Körpercontractionen nicht die Ursache jener Bewegungen sein können, ist längst erwiesen; denn gerade jene Infusorien, bei denen diese innere »Rotation« besonders lebhaft und schnell ist (Paramaecium bursaria etc.), zeigen dieselbe am deutlichsten, wenn sie völlig unbeweglich daliegen und ihre Körperform gar nicht verändern. Auch wäre dadurch gerade die rotirende Form der Bewegung absolut nicht zu erklären. Greeff ist demnach genöthigt, die Ursache der Chymusbewegung in diesem »Speisebrei« selbst zu suchen, gleichviel ob derselbe als »Chymus oder Chylus« aufgefasst wird.

Einen besonders schlagenden Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung finden wir in einem eigenthümlichen Ciliaten, das gerade umgekehrt von unseren Gegnern gewöhnlich als Gegenbeweis gegen uns benutzt wird, nämlich in Trachelius ovum. Ehrenberg sagt von

ihm (l. c. p. 323): »Bei keinem polygastrischen Thierchen ist der Darm an sich so direct zu sehen, wie an diesem. Es ist ein verzweigter baumartiger Canal, dessen Aeste blind enden und an den Enden sich kugelartig zu Magenblasen von beliebiger Grösse ausdehnen. Auch die feinsten Zweige sind der unerwartetsten Erweiterung fähig«. Nun ist aber in Wahrheit dieser »baumartig verzweigte Darmcanal« von Trachelius ovum beständigen Veränderungen unterworfen, indem sich seine Substanztheilchen fliessend hin und her bewegen, indem bestehende Aeste eingezogen werden oder zusammenfliessen, neue Aeste sich bilden und abermals verästeln etc. Kurz das veränderliche Bild ist vollkommen dasselbe, wie das bekannte Bild in grossen Pflanzenzellen, in welchen sich veränderliche Protoplasmanetze innerhalb einer wässrigen Zellflüssigkeit bewegen (z. B. in den Staubfadenhaaren der Tradescantia etc. [1]). Auch die einzellige Noctiluca bietet ganz dasselbe Bild.

Der Vergleich des Trachelius ovum mit der Noctiluca und mit den nächstverwandten Flagellaten ist von besonderer Bedeutung auch bei Betrachtung der Mundöffnung der Ciliaten, in deren Existenz man einen so gewichtigen Gegenbeweis für ihre Einzelligkeit hat finden wollen. Bekanntlich scheinen die meisten (wenn auch nicht alle) Ciliaten wirklich eine physiologische Mundöffnung zu besitzen,

1) Oscar Schmidt, der die Infusorien zu den Würmern stellt (und dem ich selbst früher darin gefolgt bin), sagt über Trachelius in seinem Handbuche der vergl. Anat. (VI. Aufl. 1872, p. 85): »Die vollständigste Homologie mit der verdauenden Sarcode der Protozoen bietet Trachelius ovum, in dessen Leibeshöhle ein veränderliches fliessendes Sarcode-Netz die Nahrung durch den Mund und Schlund empfängt. Dieses Netz, zwischen dessen Maschen eine wässrige Flüssigkeit, geht in der ganzen Peripherie über in eine Schicht ungeformter Sarcode, auf welche nach aussen die contractile Streifenschicht folgt«. Erstere Schicht entspricht im Wesentlichen dem »Primordialschlauch« der Pflanzenzellen. Vollkommen zutreffend vergleicht ferner Gegenbaur in seinen Grundzügen der vergl. Anat. (II. Aufl., 1870, p. 103) dieses innere veränderliche Protoplasma-Netz von Trachelius mit dem bekannten gleichwerthigen Sarcode-Netzwerk in dem blasenförmigen Körper der Noctiluca. »Die Vertheilung des Protoplasma in Balken oder stromartig sich bewegende Fäden ist der Ausdruck eines Zustandes, der durch einen dem Protoplasma gebotenen freien Spielraum bedingt wird und hat sein Analogon in anderen niederen Organismen, bei Diatomeen etc., wie in den Zellen der Pflanzen. Zu solchen Zellen verhalten sich Trachelius und die Noctiluken, wie die übrigen Infusorien zu Zellen, deren Protoplasma unmittelbar von einer Membran umschlossen wird und den von letzterer begrenzten Raum vollständig erfüllt«. Dieser Vergleich des Trachelius mit der Noctiluca ist um so zutreffender, seitdem kürzlich Cienkowski (l. c.) die so lange zweifelhafte Natur der Noctiluca endlich definitiv durch Ermittelung ihrer Ontogenese festgestellt und nachgewiesen hat, dass auch sie eine einfache Zelle ist, und zwar eine Flagellaten-Zelle.

d. h. eine constante Oeffnung in der festeren Rindensubstanz, durch welche die Nahrung aufgenommen und in die weichere Marksubstanz hineingedrückt wird. Viele Ciliaten (aber nicht alle!) besitzen daneben noch eine constante physiologische Afteröffnung, durch welche die Excremente entleert werden. Allein weder diese After- noch jene Mundöffnung können in morphologischer Beziehung den gleichnamigen beiden Oeffnungen im Körper aller höheren Thiere verglichen werden. Denn die Wände dieser beiden Oeffnungen sind bekanntlich mit einem vielzelligen Epithelium ausgekleidet (welches mindestens bei den Wirbelthieren aus dem äusseren Keimblatt seinen Ursprung nimmt). Bei den Infusorien ist keine Spur davon vorhanden. Vielmehr sind die sogenannten Mund- und Afteröffnungen einfache Löcher in dem festeren Exoplasma, durch welche Nahrungsmittel aufgenommen und in das weichere Endoplasma hineingedrückt werden. Sie haben keinen höheren morphologischen Werth als die »Porencanäle« in den Wänden vieler thierischen und pflanzlichen Zellen, als die »Micropylen« in der Schale vieler Eizellen etc. Mit Recht hat sie auch schon KÖLLIKER der constanten Oeffnung (dem »Ausführgang«) der einzelligen Drüsen verglichen [1]. Noch lehrreicher ist der Vergleich mit den Flagellaten und den ihnen morphologisch äquivalenten Geisselzellen des Entoderms der Spongien, welche ebenfalls »essen und trinken« können, worüber ich mich in der Monographie der Kalkschwämme ausführlich ausgesprochen habe (l. c. Vol. I. p. 139—142, 372—374 etc.). Wenn man dieses Alles vergleichend erwägt, bedarf es keines Beweises mehr, dass die sogenannte »Mundöffnung« und ebenso auch die »Afteröffnung« der Infusorien, speciell der Ciliaten, keineswegs den gleichnamigen Oeffnungen der Zoophyten, der Würmer und aller höheren Thiere zu vergleichen sind. Zwischen beiden existiren auch in dieser Beziehung gar keine Homologien. Ich schlage daher vor, die betreffenden Oeffnungen bei den Infusorien fortan als Zellenmund (Cytostoma) und Zellenafter (Cytopyge) zu bezeichnen.

Ebenso wenig als die sogenannte Mundöffnung und Afteröffnung bieten die sogenannten »contractilen Blasen« und die davon nicht wesentlich verschiedenen Vacuolen der Ciliaten irgend ein Hinderniss für die Auffassung ihres Körpers als einfacher Zelle. Ueber die physiologische Bedeutung dieser Biorgane herrschen bekanntlich noch heute sehr verschiedene Ansichten. Nach der einen Ansicht sind dieselben Samenblasen (EHRENBERG); eine zweite Gruppe von Forschern hält sie für Herzen, für Centra eines Blutgefässsystems (LIEBERKÜHN, CLAPARÈDE und LACHMANN); nach einer dritten Ansicht sind sie

1) KÖLLIKER, Icones histiolog. 1864. I. Heft. p. 22.

des Nucleus einzugehen, uns vielmehr gestatten wird, vor Allem diejenigen Momente hervorzuheben, welche für unsere Auffassungsweise des Nucleus als wahren Zellenkernes sprechen.

In morphologischer Beziehung ist bereits genügend festgestellt, dass ursprünglich der Nucleus des Körpers bei allen Ciliaten ein einziges einfaches Gebilde ist, welches in jeder Beziehung einem gewöhnlichen Zellenkerne gleicht. Seine Ontogenie stellt dieses wichtige Verhältniss unzweifelhaft fest, und auch in seiner Anatomie ist bei jugendlichen Ciliaten Nichts zu finden, was dieser Auffassung widerspräche. Bei der allmälig eintretenden Differenzirung des reifenden Ciliatenkörpers treten auch im Nucleus ebenso wie im Protoplasma eigenthümliche Veränderungen auf; allein auch diese sind nicht durchaus isolirte Erscheinungen, sondern lassen sich wohl mit den complicirten Differenzirungsprocessen vergleichen, welche auch von anderen unzweifelhaften Zellenkernen bekannt sind, z. B. den »Keimbläschen« vieler Thiere, den Kernen vieler einzelliger Pflanzen, den Kernen mancher Parenchymzellen höherer Pflanzen, den Kernen mancher Nervenzellen etc. Insbesondere findet sich die Zusammensetzung des reifen, oft bläschenförmigen, differenzirten Kerns aus einer zarten Hüllmembran und einem feinkörnigen oder aus kleinen Körnern zusammengesetzten Inhalte ebenso bei den differenzirten Kernen vieler anderer Zellen wieder. Bei vielen Ciliaten (wenn auch nicht bei allen) ist ausserdem innerhalb des jugendlichen Kernes ein dunkles, stärker lichtbrechendes Körperchen zu unterscheiden, das sich ganz wie ein gewöhnlicher echter Nucleolus verhält (Taf. XXVII, Fig. 3, 5; Taf. XXVIII, Fig. 13). Einzelne Ciliaten besitzen mehrere derselben. Diese wahren Nucleoli sind nicht zu verwechseln mit dem sogenannten Nucleolus vieler Ciliaten, welcher ausserhalb des Nucleus, an seiner Oberfläche, oder selbst entfernt von ihm im Protoplasma liegt, der gewöhnlich jetzt als »Hoden« betrachtet wird, und auf den wir nachher zurückkommen. Vielmehr ist der wahre Nucleolus (in strengem morphologischem Sinne!) dasjenige innerhalb des Nucleus liegende Körperchen, welches Kölliker als »Kern der weiblichen Geschlechtszelle« bezeichnet. Mit diesem letzteren Namen bezeichnet Kölliker sonderbarer Weise den Nucleus, obwohl er den ganzen Ciliatenkörper als eine einzige Zelle auffasst. Wenn man aber an dieser auch von uns hier vertretenen Auffassung streng festhält, so kann man den Nucleus nur als wirklichen Zellenkern, nicht als eine besondere »Geschlechtszelle« deuten.

In physiologischer Beziehung ist vor Allem zu constatiren, dass nach den einstimmigen Angaben aller Beobachter der Nucleus bei allen Ciliaten ein Biorgan der Fortpflanzung

über die specielle Rolle, welche derselbe dabei spielt, die Ansichten ausserordentlich weit auseinander gehen. Nun ist aber bekanntlich auch in den gewöhnlichen Parenchym-Zellen der Thiere und Pflanzen, und nicht minder bei allen wirklich einzelligen Organismen des Thierreichs, des Protistenreichs und des Pflanzenreichs, der Nucleus ebenso allgemein das Organ der Fortpflanzung und Vererbung (vergl. hierüber den I. Band meiner generellen Morphologie, p. 288). Immer geht ja bei der gewöhnlichen Zellentheilung die Theilung des Nucleus derjenigen des Protoplasma voraus; letztere erscheint erst als die secundäre Folge der ersteren, die das eigentlich Bedingende des wichtigen Vorganges ist. Durch diese fundamentale Uebereinstimmung ist auch von physiologischer Seite her die Auffassung des Ciliaten-Nucleus als einfachen Zellenkerns völlig gerechtfertigt, wenn auch der Kern der Ciliaten bei der Fortpflanzung eine mannigfaltigere Rolle spielt, als es bei den gewöhnlichen Zellenkernen in der Regel der Fall ist.

Von der grössten Bedeutung für die Begründung unserer Ansicht sind natürlich die hier in erster Linie zu nennenden Fälle, in welchen sich der Ciliaten-Körper auf ungeschlechtlichem Wege einfach durch Theilung fortpflanzt. Diese Fälle von einfacher Selbsttheilung sind in den verschiedensten Gruppen so zahlreich und sicher beobachtet, dass über ihre allgemeine Verbreitung bei den Ciliaten kein Zweifel existirt, wenn auch viele früher für Längstheilung gehaltene Erscheinungen sich nachher umgekehrt als Conjugations-Vorgänge herausgestellt haben. Nun verhält sich aber nach den genauesten und sorgfältigsten Beobachtungen zahlreicher Forscher bei dieser einfachen Selbsttheilung der Ciliaten ihr Nucleus ganz genau ebenso wie bei der gewöhnlichen Zellentheilung der Zellenkern. Zunächst zerfällt der Nucleus durch spontane Halbirung in zwei Stücke und dann erst folgt ihm das umgebende Protoplasma nach, indem es ebenfalls in zwei Hälften zerfällt. Gerade hier verhält sich der ganze Ciliaten-Körper durchaus wie jede gewöhnliche einfache Zelle.

Eine zweite Reihe von Fortpflanzungs-Erscheinungen der Ciliaten möchte ich als Sporenbildung bezeichnen. Ich fasse unter diesem Begriffe alle diejenigen Fälle zusammen, in denen (ohne vorhergegangene »Befruchtung«) der Nucleus ganz oder theilweise in zahlreiche Stücke zerfällt und jedes dieser Stücke (wahrscheinlich durch Umhüllung mit einem entsprechenden Stücke des Protoplasma des Mutterthieres) sich zu einer selbständigen Zelle, einer sogenannten »Keimkugel« gestaltet. Diese letztere ist eine wahre Spore, so gut wie die Spore, welche ganz auf dieselbe Weise im Körper einzelliger Pflanzen entsteht. Auch der Process ihrer Bildung ist ganz derselbe, und muss daher auch

bei den Ciliaten als »Sporenbildung« oder Sporogonie bezeichnet werden. Gegen die »Einzelligkeit« liegt in diesem Vorgang natürlich bei den Ciliaten eben so wenig ein Widerspruch, als bei den nächstverwandten Acineten und als bei den angeführten einzelligen Pflanzen. Vielmehr ist der ganze Vorgang als ein Modus der »endogenen Zellvermehrung« aufzufassen.

Grössere Bedenken gegen die Einzelligkeit des Ciliaten-Organismus scheint die von den meisten neueren Autoren angenommene »geschlechtliche Fortpflanzung« der Ciliaten hervorzurufen. Ueber diese wollen wir nur zunächst thatsächlich bemerken, dass sie bei der grossen Mehrzahl der Ciliaten bis jetzt noch nicht nachgewiesen ist. Diejenigen Arten, bei denen man dieselbe beobachtet zu haben glaubt, bilden entschieden die überwiegende Minderzahl. Aber selbst bei diesen sind so wesentliche Widersprüche zwischen den verschiedenen Autoren bezüglich der Art und Weise des geschlechtlichen Fortpflanzungs-Processes nachzuweisen, dass es wohl erlaubt ist, allen diesen Angaben gegenwärtig kein zu grosses Gewicht beizulegen. Die Mehrzahl der Autoren deutet jetzt bekanntlich den Nucleus als Ovarium, seine Theilproducte als Eier, und den ausserhalb des Nucleus liegenden sogenannten »Nucleolus« als Hoden, in welchem sich Zoospermien bilden sollen. Die letzteren sollen die ersteren befruchten, und aus diesen befruchteten Eiern sollen die Embryonen entstehen. Nun ist aber bisher thatsächlich dieser sogenannte »Nucleolus« erst bei einer verhältnissmässig geringen Minderzahl von Ciliaten nachgewiesen worden. Bei der grossen Mehrzahl hat er sich trotz der angestrengtesten auf seine Entdeckung gerichteten Untersuchungen durchaus nicht auffinden lassen. Ferner ist die Zoospermien-Natur der »haarfeinen Fäden oder Stäbchen«, welche sich in demselben bilden sollen, durchaus nicht sicher bewiesen. Haben doch sogar BALBIANI und Andere die angeblichen Zoospermien für eingedrungene parasitische Vibrioniden erklärt! Jedenfalls hat noch Niemand bisher den Nachweis führen können, dass diese angeblichen Zoospermien wirkliche Zellen sind oder sich aus Zellen entwickeln. Die wahren Zoospermien der Thiere sind aber immer echte Zellen, und zwar ist das gewöhnliche »stecknadelförmige Zoospermium« eine einfache Geisselzelle, wie ich in der Monographie der Kalkschwämme gezeigt habe (Vol. I, p. 147—153).

Wir wollen nun aber einmal annehmen, der sogenannte Nucleolus der Ciliaten sei wirklich ein Hoden oder eine »Samenkapsel«; die darin gebildeten Fäden oder Stäbchen seien wahre Sperazmellen, und befruchteten die Eier, die kleinen Zellen, welche aus Theilstücken des Nucleus hervorgingen. Würde in dieser sexuellen Differenzirung ein wesent-

licher Einwand gegen die Einzelligkeit des Infusorien-Körpers liegen? Wir können mit voller Bestimmtheit antworten: »Nein!« Denn ganz dieselbe sexuelle Differenzirung und Fortpflanzung findet sich auch bei einzelligen Pflanzen vor, wie schon KÖLLIKER ganz richtig bemerkt hat, und doch wird deren »Einzelligkeit« deshalb von Niemand bestritten! Natürlich wäre der reife Ciliaten-Körper in diesem Zustande streng genommen eigentlich mehrzellig; allein ebenso ist auch jede einfache Parenchym-Zelle (z. B. eine Knorpelzelle) während des endogenen Fortpflanzungs-Processes natürlich vorübergehend mehrzellig!

Fassen wir jetzt das Resultat unserer vergleichend-anatomischen Untersuchung des Ciliatenkörpers zusammen, so ergiebt sich daraus, ebenso wie aus der Ontogenie desselben, lediglich eine Bestätigung der zuerst von SIEBOLD aufgestellten Theorie, dass der Ciliaten-Organismus den morphologischen Werth einer echten Zelle besitzt. Weder aus der anatomischen Beschaffenheit des festeren Exoplasma und des weicheren Endoplasma, noch aus derjenigen des Nucleus, der an der Grenze beider Protoplasmaschichten liegt, ergiebt sich irgend ein haltbarer Grund, welcher der Auffassung des ganzen Organismus als einer einzigen Zelle widerspräche. Allerdings ist dieser einzellige Organismus meistens hoch differenzirt, ohne aber dadurch seinen ursprünglichen Zellencharacter zu verlieren. Wir haben den Nachweis geführt, dass dieselben Differenzirungsprocesse, durch welche die einzelnen Theile des einzelligen Ciliatenkörpers eine mehr oder minder zusammengesetzte (im physiologischen Sinne »vollkommene«) Beschaffenheit erlangen, ganz ebenso in dem Körper anderer einzelliger Organismen, sowie in vielen Parenchymzellen von höheren Thieren und Pflanzen wiederkehren. Der Unterschied ist nur der, dass der Differenzirungsprocess in letzteren Fällen ein mehr oder minder einseitiger, durch die Arbeitstheilung der Gewebe bedingter ist, während der Differenzirungsprocess des einzelligen Ciliatenkörpers ein allseitiger ist und sich nach allen verschiedenen Richtungen des Zellenlebens hin offenbart. Dieser innere morphologische Differenzirungsprocess beruht hier auf einer physiologischen Arbeitstheilung der Plastidule (oder Protoplasmamoleküle), und führt zur Bildung eines im physiologischen Sinne sehr vollkommenen Thieres, welches dennoch in morphologischer Beziehung die Grenze einer einfachen Zelle, eines »Individuums erster Ordnung« nicht überschreitet. Die Bildung von beweglichen Wimpern aus der oberflächlichsten Schicht des Exoplasma, wie sie bei den gewöhnlichen Wimperzellen des Flimmerepithels sich findet — die Ausscheidung einer »Cuticula« oder Schale, welche der »Membran« der gewöhnlichen, mit Membran

umgebenen Pflanzenzellen gleichwerthig ist, — die Differenzirung einer oberflächlichen Exoplasmaschicht in contractile Fibrillen, wie sie in der Rindenschicht einzelliger Muskelfasern wiederkehrt, — die Bildung zahlreicher »Nesselkapseln« im Exoplasma, wie sie bei den Acalephen oft in einer einzigen Exodermzelle zahlreich neben einander entstehen, — die Bildung von constanten »contractilen Blasen« und von inconstanten »Vacuolen«, wie sie im Protoplasma vieler Pflanzenzellen und einzelner Parenchymzellen höherer Thiere wiederkehrt, — die Differenzirung des weichen halbflüssigen Endoplasma, dessen Rotationsbewegung der bekannten »Saftströmung« im Inneren der Pflanzenzellen vollkommen gleicht, und ebenso auch in Knorpelzellen, Eizellen und anderen Thierzellen sich findet — endlich die eigenthümliche Differenzirung des Nucleus, welche derjenigen im Organismus einzelliger Pflanzen und anderer Zellen völlig entspricht — alle diese verschiedenen Differenzirungsprocesse der Zelle, welche sonst in vielzelligen Organismen auf verschiedene Zellen vertheilt sich finden, kommen in dem einzelligen Ciliatenorganismus vereinigt vor. Dieser letztere verhält sich zu dem vielzelligen höheren Thierorganismus, wie ein Einsiedler, der Alles sich selbst besorgen muss, zu einem geordneten staatlichen Gemeinwesen, mit entwickelter Arbeitstheilung der constituirenden Individuen, der Zellen. Die Vollkommenheit des vielzelligen Thierkörpers beruht auf der Arbeitstheilung der Zellen und Organe; die Vollkommenheit des einzelligen Infusorienkörpers beruht hingegen auf der Arbeitstheilung der Protoplasmamoleküle oder Sarcodetheilchen, die wir kurz Plastidule nennen. Der einzellige Ciliatenorganismus ist als der »vollkommenste« einzellige Thierkörper zu betrachten, und zeigt, bis zu welchem Grade der physiologischen Vollkommenheit es die einzelne Zelle in ihrer fortschreitenden Entwicklung zu animaler Organisation bringen kann.

Wir haben bis jetzt ausschliesslich diejenigen Infusorien berücksichtigt, welche nur einen einzigen Nucleus besitzen und demnach unzweifelhaft einzellig sind; sie bilden die grosse Mehrzahl. Wir haben nun noch einige wenige Worte über diejenigen, wenig zahlreichen Ciliaten hinzuzufügen, welche im entwickelten Zustande zwei oder mehrere Nuclei besitzen. Diese sind demgemäss unzweifelhaft mehrzellig, da einzig und allein der Nucleus die Individualität der Zelle bestimmt, wie oben schon angeführt wurde (p. 529). Allein diese wenigen Ausnahmen sind deshalb für die principielle Auffassung des Ciliatenorganismus von gar keiner Bedeutung, weil

die Vermehrung der Nuclei von gar keinem Einfluss auf die sonstige Organisation ist. Sie steht nicht in Zusammenhang mit irgend einer inneren Differenzirung des Ciliatenkörpers und ist lediglich als eine Vervielfachung des Fortpflanzungsorgans aufzufassen. Diese wenigen »mehrzelligen Ciliaten«, die übrigens nur einen sehr kleinen Bruchtheil der ganzen Abtheilung bilden, verhalten sich daher zu der grossen Mehrzahl der »einzelligen Ciliaten« ganz ebenso, wie die mehrzelligen Acineten (Dendrosoma) zu den einzelligen, wie die mehrzelligen Gregarinen zu den einzelligen, wie die mehrzelligen Amoebinen zu den einzelligen, wie die mehrzelligen Flagellaten zu den einzelligen. So wenig irgend Jemand bei den Acineten, Gregarinen, Flagellaten aus der Existenz einzelner coloniebildender, also mehrzelliger Formen Veranlassung nimmt, die principielle Auffassung ihres einzelligen Organismus als einfacher Zelle anzugreifen, ebenso wenig kann dies bei den Ciliaten geschehen.

Für die systematische Stellung der Ciliaten ergiebt sich aus unseren Untersuchungen das sichere Resultat, dass dieselben *echte Protozoen* sind und weder zu den Zoophyten oder Cölenteraten noch zu den Würmern irgend welche nähere Verwandtschaftsbeziehungen besitzen. Auch für diese Frage giebt in erster Linie die *Entwicklungsgeschichte* den entscheidenden Ausschlag. Bei allen sechs höheren Thierstämmen entwickelt sich der vielzellige Organismus aus der einfachen Eizelle durch den characteristischen Process der *Furchung* (d. h. Vermehrung der Eizelle durch Theilung oder durch Knospenbildung); und die so entstandenen Zellenmassen differenziren sich in zwei epitheliale Schichten, die beiden primären *Keimblätter*; aus dem inneren oder vegetativen Keimblatt (*Gastralblatt oder Entoderm*) entwickelt sich das Epithelium des Darmcanals und aller seiner Anhänge, Drüsen etc.; aus dem äusseren oder animalen Keimblatt (*Dermalblatt oder Exoderm*) entwickelt sich die äussere Hautdecke des Körpers mit allen ihren Anhängen, das Centralnervensystem etc. In meiner Monographie der Kalkschwämme habe ich *die Homologie dieser beiden primären Keimblätter bei allen sechs höheren Thierstämmen* angenommen, und zugleich auf diese fundamentale Homologie die Theorie einer gemeinsamen Abstammung derselben von einer einzigen einfachen gemeinsamen Stammform, der längst ausgestorbenen *Gastraea* begründet. Diese Theorie, welche ich der Kürze halber die *Gastraea-Theorie* nennen will, stützt sich darauf, dass bei allen sechs höheren Thierstämmen, von den Spongien bis zum niedersten Wirbelthiere, dem Amphioxus hinauf, in der Ontogenese ein und derselbe, höchst merkwürdige Entwicklungszustand auftritt, welchen ich *Gastrula* … wichtigste und be-

deutsamste Embryonalform des Thierreichs halte. Die Structur dieser Gastrula oder Darmlarve ist bereits in der Ontogenie der Calcispongien ausführlich erörtert. Sie bildet stets einen ganz einfachen (meistens eiförmigen) einachsigen Körper, der eine einfache Höhle umschliesst, die primitive Magenhöhle oder den Urdarm (Progaster); letztere öffnet sich an einem Pole der Achse nach aussen durch eine einfache Oeffnung, die primitive Mundöffnung oder den Urmund (Prostoma). Die dünne Wand der Darmhöhle (die zugleich Körperwand ist) besteht aus zwei über einander liegenden einfachen Zellenschichten; die innere Zellenschicht (das innere Keimblatt oder Entoderm) ist aus grösseren, dunkleren, weicheren Zellen zusammengesetzt; die äussere Zellenschicht (das äussere Keimblatt oder Exoderm) besteht aus kleineren, helleren, festeren Zellen (vergl. die Abbildungen der Gastrula in dem »Atlas der Kalkschwämme«, Taf. 13, Fig. 5, 6 von einem Ascon; Taf. 30, Fig. 8, 9 von einem Leucon; Taf. 44, Fig. 14, 15 von einem Sycon). Ganz dieselbe Larvenform tritt auch in der Ontogenese anderer Spongien und vieler Acalephen (Hydromedusen sowohl als Corallen) auf; ganz dieselbe Gastrula-Larve hat Kowalevsky in der Ontogenese vieler Würmer aus ganz verschiedenen Classen nachgewiesen (bei Phoronis, Sagitta, Euaxes, Ascidia etc.); ganz dieselbe Larvenform kommt bei den Echinodermen aller Classen vor; ganz dieselbe Gastrula hat neuerdings Ray-Lankester bei vielen verschiedenen Mollusken nachgewiesen; auf ganz dieselbe Gastrula lässt sich die Embryonalanlage der Arthropoden (besonders des Nauplius) reduciren; ganz dieselbe Larvenform ist endlich auch bei dem niedersten Wirbelthiere, beim Amphioxus, durch die höchst denkwürdige Entdeckung von Kowalevsky nachgewiesen. »Aus dieser Identität der Gastrula bei Repräsentanten der verschiedensten Thierstämme, von den Spongien bis zu den Vertebraten, schliesse ich nach dem biogenetischen Grundgesetze auf eine gemeinsame Descendenz der animalen Phylen von einer einzigen unbekannten Stammform, welche im Wesentlichen der Gastrula gleichgebildet war: Gastraea« (l. c. Vol. I. p. 467). Ausgeschlossen ist von dieser gemeinsamen Descendenz allein der Thierstamm der Protozoen, welcher überhaupt noch nicht zur Bildung von Keimblättern und zur Bildung eines wahren Darmcanals gelangt.

Wie verhalten sich nun dieser Gastraea-Theorie gegenüber die Infusorien, und insbesondere die Ciliaten? Die Antwort auf diese Frage ist nicht einen Augenblick zweifelhaft. Die Infusorien, sowohl die Ciliaten als die Acineten und alle anderen Protozoen, die man etwa noch zur Infusorienclasse ziehen will — kurz alle Infusorien — zeigen niemals Furchung, bilden niemals Keimblätter, ent-

wickeln sich niemals zu einer Embryonalform, die der Gastrula vergleichbar wäre, und besitzen demnach auch niemals die Anlage zu einem wahren Darm. Vielmehr verhalten sie sich in allen diesen Beziehungen genau gleich allen anderen Protozoen, und abweichend von allen sechs höheren Thierstämmen. Die Infusorien sind demnach sämmtlich unzweifelhaft echte Protozoen.

Ich halte die angeführten Unterschiede in der Entwicklungsweise der Protozoen und der übrigen Thiere für so wichtig und bedeutungsvoll, dass ich darauf hin eine fundamentale Trennung des ganzen Thierreichs in zwei grosse Hauptabtheilungen vorschlage, einerseits die Protozoen und anderseits die Metazoen. Zu den Metazoen (die man auch wegen der Keimblätter Blastozoa, oder wegen ihres wahren Darms Gastrozoa nennen könnte) gehören alle sechs höheren Phylen oder Typen des Thierreichs, welche sämmtlich eine wahre Furchung der Eizelle besitzen, sämmtlich zwei primäre Keimblätter entwickeln (Entoderm oder Gastralblatt und Exoderm oder Dermalblatt), sämmtlich einen wahren Darm [1]) (aus dem Entoderm) und eine wahre Oberhaut (aus dem Exoderm) bilden, sämmtlich in ihrer Ontogenese die Gastrula-Form (oder eine unmittelbar darauf zu reducirende Embryonal-Form) durchlaufen und demnach sämmtlich (nach dem biogenetischen Grundgesetze) von der Gastraea abstammen müssen [2]).

Die Hauptabtheilung der Metazoen spaltet sich in zwei divergente Hauptgruppen, einerseits den Stamm der Zoophyten (oder Cölenteraten), anderseits die fünf höheren Thierstämme, unter denen die Würmer die gemeinsame Stammgruppe für die vier übrigen Phylen (Mollusken, Echinodermen, Arthropoden, Vertebraten) darstellen. Unter den Zoophyten behalten die Spongien die beiden ursprünglichen primären Keimblätter bei, während sich bei den Acalephen (Hydromedusen, Ctenophoren, Corallen) zwischen beiden ein drittes, mittleres

1) Die einzigen Metazoen, welche keinen Darm besitzen, Cestoden und Acanthocephalen, machen deshalb nur eine scheinbare Ausnahme, weil sie nachweisbar ihren Darm erst durch Parasitismus secundär verloren haben und offenbar von darmführenden (»enterodelen«) Würmern abstammen.

2) Ob man für die Gastraea und die zunächst daraus abzuleitenden Formen der Metazoen eine monophyletische Abstammung von einer einzigen ursprünglichen Gastraea-Form oder eine polyphyletische Descendenz von mehreren verschiedenen, aber doch wesentlich gleichen Stammformen annehmen will, bleibt für das wesentliche Princip der Gastraea-Theorie gleichgültig. Für die höheren Thierstämme wird man doch immer wieder auf eine monophyletische Descendenz-Hypothese zurückkommen müssen.

Keimblatt (Mesoderm oder Muskelblatt) entwickelt. Dieses findet sich auch bei den fünf höheren Thierstämmen vor, wo jedoch dasselbe (mit Ausnahme von niederen Würmern) allgemein in zwei verschiedene Muskelblätter zerfällt: ein Hautmuskelblatt (Hautplatte von REMAK, Hautfaserplatte) und ein Darmmuskelblatt (Darmfaserplatte von REMAK). Die höheren Würmer und die aus diesen entsprungenen vier höheren Thierstämme (Mollusken, Echinodermen, Arthropoden, Vertebraten) haben demnach sämmtlich vier secundäre Keimblätter, während einige niederen Würmer (Plathelminthen) deren nur drei besitzen, gleich den Acalephen. Diese letzteren Plathelminthen stimmen mit den sämmtlichen Zoophyten (Spongien und Acalephen) auch darin überein, dass ihnen das Blutgefässsystem noch vollständig fehlt und ebenso die wahre Leibeshöhle (das Coelom oder die Pleuroperitoneal-Höhle). Ich habe darauf hin die niederen Würmer oder die Plathelminthen als Acoelomi den höheren Würmern (Coelomati) entgegengesetzt, welche den Besitz eines Coeloms mit den vier höheren Phylen theilen[1]). Natürlich kann demgemäss das Coelom (als secundäre Bildung) nicht aus der primären Furchungshöhle oder Segmentations-Höhle entstanden sein, wie KOWALEVSKY angenommen hat.

Von allen characteristischen Organisationsverhältnissen der Metazoen findet sich bei den Protozoen keine Spur vor, und ebenso wenig bei den Protisten, die man gewöhnlich mit den Protozoen vereinigt oder auch theilweise in das Pflanzenreich stellt. Ich will hier nicht auf die schwierige Frage eingehen, wie die neutralen Protisten einerseits

1) Die weitere Ausführung dieser Auffassung habe ich in meiner Monographie der Kalkschwämme gegeben (Vol. I. p. 464: »Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreiches«). Meine neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand haben die dort aufgestellte Homologie der Keimblätter und des primären Darmes in den sechs höheren Thierstämmen, ihren vollständigen Mangel bei den Protozoen lediglich bestätigt. Insbesondere bin ich immer mehr in der dort ausgesprochenen Vermuthung bestärkt worden, »dass ursprünglich (phyletisch) die Darmfaser-Platte (oder das Darmmuskelblatt) aus dem Entoderm, die Hautplatte hingegen (oder das Hautmuskelblatt) aus dem Exoderm entstanden ist. Die Zusammenfassung der beiden, ursprünglich getrennten Muskelblätter im Mesoderm, wie sie in der Ontogenie der Wirbelthiere gewöhnlich aufzutreten scheint, würde dann als ein secundärer Entwickelungsact aufzufassen sein« (l. c. p. 473, Anm.). Offenbar hängt dieser letztere, der als secundäre Concrescenz der beiden primär getrennten und selbständigen Muskelblätter in der Längsachse anzusehen ist, mit der Bildung des Achsen-Skelets der Wirbelthiere (Chorda dorsalis) zusammen. Bei den höheren Würmern (den Cölomaten) ist höchstwahrscheinlich das Darmfaserblatt ursprünglich aus dem Entoderm entstanden, ebenso anderseits das Hautfaserblatt aus dem Exoderm. Von den Cölomaten hat sich dieses Verhältniss auf die vier höheren Thierstämme vererbt.

von den Protozoen (den phyletischen Wurzelformen des Thierreichs) anderseits von den Protophyten (den phyletischen Wurzelformen des Pflanzenreichs) abgegrenzt werden könnten, sondern mich einfach mit dem Hinweis darauf begnügen, dass die Annahme eines neutralen Protistenreiches so lange vollkommen gerechtfertigt bleibt, als Niemand auch nur mit annähernder Sicherheit eine Grenze zwischen Thierreich und Pflanzenreich zu ziehen im Stande ist. Als neutrale Protisten betrachte ich nach wie vor die Moneren, Flagellaten, Catallacten, Labyrinthuleen, Myxomyceten und die grosse Abtheilung der echten Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien).

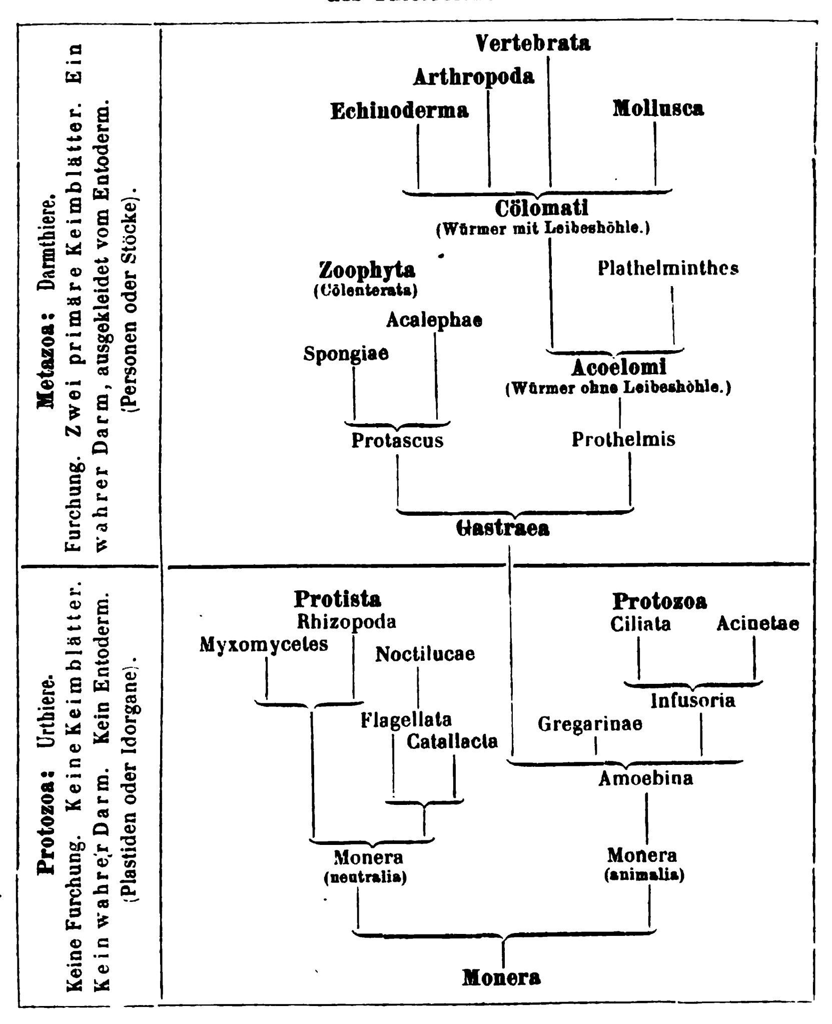
Als echte Protozoen hingegen, die von jenen neutralen Protisten zu trennen und dem Thierreiche zuzurechnen sind, möchten die Amoebinen, die Gregarinen, die Acineten und vor Allem die Ciliaten, mithin alle Infusorien (im weiteren oder engeren Sinne) zu betrachten sein[1]. Jedenfalls bildet der Mangel der Furchung, der Mangel der Keimblätter, der Mangel eines wahren Darmrohrs und aller sonst aus den Keimblättern differenzirten vielzelligen Organe, eine scharfe Grenzlinie zwischen den Protozoen, zu denen auch die Infusorien gehören, einerseits, und den sechs übrigen Phylen des Thierreichs, den Metazoen, anderseits. Dieses Verhältniss dürfte in der hier angehängten »Phylogenetischen Tabelle über die Stammverwandtschaft der Phylen des Thierreichs« einen naturgemässen Ausdruck finden.

---

1) Die Aehnlichkeit der Ciliaten mit den bewimperten Jugendzuständen vieler Metazoen, welche man bisher als »infusorienartige Embryonen, Larven« u. s. w. bezeichnete, ist demnach rein äusserlich und ohne jede tiefere Bedeutung. Diese Jugendzustände sind theils als echte Gastrula, theils als eine, dem Gastrula-Zustand vorhergehende Planula-Form erkannt worden. Sie sind mehrzellig und demnach nicht mit den einzelligen Ciliaten zu vergleichen.

In einem so eben erschienenen Aufsatz, welcher speciell gegen Ehlers und Everts gerichtet ist, hat Greeff seine hier widerlegten Ansichten nochmals energisch vertheidigt, ohne jedoch neue Argumente vorzubringen (Sitzungsberichte der Gesellsch. f. Naturw. in Marburg. No. 3, p. 21. Mai 1873). Er verwechselt beständig die physiologische und die morphologische Bedeutung der Körpertheile, die Analogie und Homologie, auf deren scharfe Unterscheidung es gerade hier ganz besonders ankömmt. Man kann allerdings die Differenzirung des Exoplasma und Endoplasma im einzelligen Ciliaten-Körper mit der ähnlichen Differenzirung des Exoderm und Entoderm bei der Gastrula, bei den Zoophyten etc. vergleichen; aber nur in physiologischem, nicht in morphologischem Sinne. Diese Vergleichung ist nur eine Analogie, keine Homologie.

Phylogenetische Tabelle über die Stammverwandtschaft der Phylen des Thierreichs.



Ueber einige neue pelagische Infusorien.

Von

Ernst Haeckel.

Hierzu Tafel XXVII und XXVIII.

An der Oberfläche des offenen Meeres leben verschiedene Wimper-Infusorien oder Ciliaten, die sich durch den Besitz einer mannigfaltig gebildeten Schale auszeichnen. Da diese pelagischen, in ein Gehäuse eingeschlossenen Ciliaten noch sehr wenig bekannt sind, so will ich hier im Anschluss an die vorstehenden Untersuchungen »zur Morphologie der Infusorien« die kurze Beschreibung und Abbildung von einigen der auffallendsten Formen mittheilen. Ich beobachtete dieselben schon vor 14 Jahren, während meines Aufenthalts in Messina (im Winter 1859/60) und fand sie später auch auf der canarischen Insel Lanzarote wieder (im Winter 1866/67). Zuerst wurde meine Aufmerksamkeit gefesselt durch die zierliche Gestalt der leeren Schalen, welche ich besonders häufig in der extracapsularen Sarcode der Radiolarien auffand. Später gelang es mir, auch der lebenden Bewohner der Schalen habhaft zu werden. Die Untersuchung dieser letzteren ist aber ungewöhnlich schwierig. Entweder nämlich schwimmen die Thierchen mit weit aus der Schale ausgestrecktem Vorderende so lebhaft umher, dass man die Einzelheiten ihrer Organisation unmöglich genau beobachten kann; oder sie liegen ruhig da, sind aber ganz in den Grund der Schale zurückgezogen; und dann verdeckt die Schale selbst den an sich schon ziemlich undurchsichtigen Körper dergestalt, dass man nur sehr wenig von seinem Bau erkennen kann. Diese Schwierigkeiten mögen die Unvollständigke[illegible] achstehenden Beschreibung ent-

schuldigen, in welcher nur die Darstellung der Schale ganz genau, die Schilderung des darin eingeschlossenen Weichkörpers hingegen [illegible] sehr lückenhaft und vieler Ergänzungen bedürftig ist.

Die genannten pelagischen Ciliaten scheinen zwei verschiedenen Gruppen anzugehören, die unter den bekannten Infusorien am nächsten den Tintinnodea von CLAPARÈDE und LACHMANN stehen, sich jedoch von dem echten Tintinnus (dem Typus dieser Familie) nicht unwesentlich entfernen. Ich will diese beiden Gruppen, die wahrscheinlich den Rang selbständiger Familien in der Ordnung der Peritricha (?) beanspruchen, als Dictyocystida und Codonellida bezeichnen. Eine vorläufige Mittheilung über dieselben habe ich bereits 1860 auf der Naturforscher-Versammlung in Königsberg gegeben, woselbst ich auch mikroskopische Präparate von den Schalen demonstrirte [1]). Eine kurze Notiz über dieselben gab ich gelegentlich in meiner Monographie der Radiolarien (1862, p. 140, Anmerkung). Neuerdings scheint Niemand wieder diese zierlichen Infusorien beobachtet zu haben.

Die Familie der Dictyocystiden, welche durch eine gitterförmig durchbrochene Kieselschale characterisirt ist, gründe ich auf das Genus Dictyocysta, das EHRENBERG 1854 mit folgenden Worten beschrieb: »Dictyocysta. E Polygastricorum classe. Testa campanulata urceolata silicea reticulata, apertura ampla. Animalculum testae fundo inclusum, margine cancellato superstructum« [2]). EHRENBERG lässt darauf die kurze Characteristik von drei Arten folgen, deren Kieselschalen er aus Tiefgrundproben des atlantischen Oceans erhielt (D. elegans, D. lepida, D. acuminata). Eine von diesen Arten hat derselbe später in seiner Microgeologie abgebildet (D. elegans, Taf. XXXV A, Fig. 21 D). Diese Art ist wahrscheinlich dieselbe, welche schon früher gelegentlich JOHANNES MÜLLER im Darminhalte der Alecto europaea gefunden, und in seiner Abhandlung »über den Bau des Pentacrinus caput Medusae« abgebildet hatte, als »ein sehr zierliches Körperchen von der Form einer Kanzel« [3]). Ich selbst habe vier verschiedene Arten des Genus Dictyocysta lebend während des Winters 1859/60 beobachtet, als ich in Messina Radiolarien untersuchte. Die ungemein zierlichen und merkwürdig geformten Kieselschalen sind so ähnlich den gegitterten Kieselschalen mancher Radiolarien (Cyrtiden,) dass ich sie anfänglich für solche hielt. Erst nachher, als ich ihre Bewohner kennen lernte, über-

1) Amtlicher Bericht über die 35. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg. 1860, p. 107.

2) Monatsberichte der Berliner Akademie 1854, p. 236.

3) Abhandl. der Berlin. Akad. 1841, p. 232; Taf. XI, Fig. 6.

zeugte ich mich von diesem Irrthum. Die elegante Kieselschale ist bei allen Arten mehr oder minder glockenförmig oder helmförmig, gegittert, am hinteren (aboralen) Ende, wo das Thier befestigt ist, geschlossen, meist zugespitzt; am vorderen (oralen) Ende mit einer weit offenen Mündung, aus welcher sich das schwimmende Thierchen ziemlich weit hervorstrecken kann. Die Organisation des Thierchens selbst ist sehr schwierig zu erkennen, weil dasselbe entweder mit ausgestrecktem Vorderende sehr lebhaft umherschwimmt oder aber gänzlich in den Hintergrund der Schale zurückgezogen liegt und dann sehr undurchsichtig erscheint. Nur bei zwei Arten (D. cassis, Fig. 1, und D. mitra, Fig. 5) konnte die Organisation etwas genauer, obwohl nicht befriedigend, erkannt werden. Der Körper ist kegelförmig, sehr contractil, nackt, vorn mit einem weiten kreisrunden, trichterförmig vertieften Peristom, an dessen Rande zwei concentrische Kränze (Ringe oder Spiralen?) von grossen Wimpern sichtbar sind: ein hinterer (äusserer) Kranz von einigen zwanzig sehr langen und sehr beweglichen peitschenförmigen Wimpern (länger als die Hälfte des Körpers) und ein vorderer (innerer) Kranz von ungefähr eben so vielen kurzen und dicken pfriemenförmigen Borsten. Am inneren Rande dieses Kranzes liegt excentrisch die Mundöffnung. In dem hinteren, konisch zugespitzten Körpertheile, der stielartig verlängert und verkürzt werden kann, ist eine contractile Blase sichtbar. Im mittleren Körpertheile zeigt sich ein länglich runder, wurstförmig gekrümmter Nucleus (Fig. 5). Bei einem Individuum von D. cassis war der Nucleus nicht zu sehen. Hingegen zeigte sich in der Mitte des Körpers ein Haufen von ungefähr zwanzig kugeligen Zellen, die wohl als Sporen oder Eier (?) anzusehen sind (Fig. 1). Die isolirten Sporen zeigten sich als nackte kugelige Zellen, welche einen ebenfalls kugeligen Nucleus (von ein Drittel ihres Durchmessers) einschlossen (Fig. 3). Der Nucleus erschien trübe, fein punctirt oder granulirt und enthielt ein stark lichtbrechendes excentrisches Körperchen (Nucleolus). Die glockenförmige gegitterte Kieselschale ergab bei den vier beobachteten Arten folgende characteristische Unterschiede:

1. Dictyocysta cassis, H. (Taf. XXVII, Fig. 1—3). Kieselschale von der Form eines Helmes, schlank glockenförmig oder gewölbt konisch, hinten mit einem gewölbten, konisch zugespitzten Aufsatz, vorn mit einem schmalen, abgesetzten, trichterförmig erweiterten Rande, 0,11 Mm. im longitudinalen, 0,08 Mm. im transversalen Durchmesser (an der Mündung). Gitterwerk der ganzen Kieselschale sehr eng, mit unregelmässig polygonalen Maschen von nahezu gleicher Grösse (von 0,003 Mm. Durchmesser). Fundort: Messina.

2. Dictyocysta mitra, H. (Taf. XXVII, Fig. 4, 5). Kieselschale

von der Form einer Bischofsmütze, hinten eiförmig, vorn enger, vor der weiten Mündung eingeschnürt, mit glattem, etwas breiterem Rande. Gitterlöcher oder Maschen der Schale von ungleicher Grösse: an der Mündung im Umkreis fünf grössere, rundlich viereckige Löcher, 2—3 mal so gross als die dahinter stehenden Maschen, welche 5—6 transversale Reihen bilden; die kleinsten hinten an der Spitze. Länge der Schale 0,066 Mm.; Breite derselben 0,05 Mm. Fundort: Messina, Lanzarote.

3. Dictyocysta templum, H. (Taf. XXVII, Fig. 6): Kieselschale von der Form eines runden Tempels, 0,06—0,07 Mm. im Durchmesser; eine fast halbkugelig gewölbte, etwas ausgeschweifte Kuppel, welche auf sieben schlanken Säulen ruht. Die Säulen stehen schief (unter einander parallel) auf einem kreisrunden Ringe (der die Mündung der Schale bildet); ihre Länge ist gleich der Höhe des zugespitzten Kuppeldaches, in dessen Mitte sieben grössere, unregelmässige, rundlich polygonale Maschen hervortreten; diese Maschen sind (im Durchmesser) halb so gross als die viereckigen Zwischenräume der Säulen, doppelt so gross als 14 Maschen, welche in einer Reihe davor liegen, und 4—8 mal so gross als die übrigen zahlreichen Maschen. Fundort: Messina, Lanzarote.

4. Dictyocysta tiara, H. (Taf. XXVII, Fig. 7): Kieselschale von der Form einer Tiara oder eines hohen Kuppeltempels mit Thurmaufsatz, schlank kegelförmig, aus drei Abschnitten zusammengesetzt: unten ein Ring von 10 schlanken Säulen, in der Mitte eine runde Kuppel mit 10 grossen Fenstern, oben ein konischer Kuppelaufsatz mit 10 kleineren Fenstern. Die Länge des ganzen Gehäuses beträgt 0,1 Mm.; davon kommen 0,04 Mm. auf den Säulenring, ebenso viel auf die mittlere runde Kuppel, 0,02 Mm. auf den konischen Kuppelaufsatz. Die 10 schlanken Säulen, welche nach oben convergiren, stehen senkrecht auf einem kreisrunden Ringe, welcher die Mündung der Schale bildet. Die 10 grossen viereckigen Fenster zwischen den Säulen sind doppelt so hoch, als die 10 schmaleren Fenster in der Mitte der Kuppel, 4 mal so hoch, als die 10 kleinen Fenster im Kuppelaufsatz; dazwischen überall kleinere Maschen, theils in Längsreihen, theils in Querreihen. Fundort: Lanzarote.

Die Familie der Codonelliden, als deren Vertreter ich nachstehend drei Arten des Genus Codonella beschreibe, ist characterisirt durch die sehr eigenthümliche Bildung des Peristoms, welche von derjenigen aller anderen bisher bekannten Ciliaten abweicht. Das grosse kreisrunde Peristom, welches bei dem schwimmenden Thierchen weit aus der glockenförmigen Schale vorgestreckt wird, ist trichterförmig

vertieft, am Rande mit einem kragenähnlichen dünnen Aufsatz (einer zarten ringförmigen Exoplasma-Lamelle) versehen, und mit einem doppelten Kranze (einem Ringe oder einer Spirale?) von Wimperanhängen (Taf. XXVIII, Fig. 8, 11). Der hyaline Kragenaufsatz erinnert an den ähnlichen, ebenfalls nur aus einer dünnen Exoplasma-Lamelle gebildeten Kragen (Collare), den ich an den Geisselzellen der Kalkschwämme beschrieben habe[1]. Der freie Rand des Kragenaufsatzes ist sägeförmig gezähnt und auf jedem Sägezahn sitzt ein gestieltes Läppchen von länglich runder oder birnförmiger Gestalt. Die Läppchen (gegen 20 an der Zahl) sind ungefähr eben so lang, aber 3—5 mal so dick als ihr haarfeiner Stiel. Vermuthlich spielen sie die Rolle von Tastorganen. In beträchtlicher Entfernung hinter dem Läppchenkranze, an der Basis des Kragenaufsatzes (wo dieser in den eigentlichen Zellkörper übergeht), sitzt der hintere (aborale) Wimperring, bestehend aus 15—20 sehr langen und starken, peitschenförmigen Wimpern, die als sehr kräftige Ruderorgane oder Schwimmhaare fungiren. Sie sind ungefähr halb so lang als der ganze Körper, an der Basis sehr dick, gegen die Spitze hin allmälig geisselartig verdünnt.

Von der übrigen Organisation der Codonellen kann ich leider wenig Sicheres melden. Die Oberfläche des ganzen Körpers (mit Ausnahme des Peristom-Kragens) schien mir bei einer Art (C. campanella, Fig. 11) mit mehreren Längsreihen von äusserst kurzen und feinen Wimpern bedeckt zu sein. Bei den anderen beiden Arten (C. galea, Fig. 8, und C. orthoceras, Fig. 10), konnte ich mich jedoch von deren Existenz nicht sicher überzeugen. Im hinteren Körpertheile, mit dessen zugespitztem konischen Ende die Thierchen im Grunde des Glockenhäuschens befestigt sind, schimmerten mehrere kreisrunde helle Flecken hindurch (contractile Blasen oder Vacuolen? Fig. 8, 11). Im mittleren Körpertheile schien ein länglichrunder, wurstförmig gekrümmter Nucleus zu liegen (Fig. 8, 11). Bei einigen Exemplaren von C. campanella fanden sich im Inneren zwischen 10—20 kugelige kernhaltige Zellen, offenbar Sporen. Der Durchmesser ihres kugeligen, trübkörnigen Nucleus betrug ein Drittel von dem der hellen nackten Protoplasma-Kugel (Fig. 14). Bei einem Exemplare derselben Art waren statt deren im Inneren mehrere bewimperte Embryonen zu bemerken (Fig. 11). Der isolirte Embryo (Fig. 13) erschien als eine eiförmige Zelle von 0,02 Mm. Länge, 0,013 Mm. Dicke, überall auf der Oberfläche mit einem äusserst zarten Wimperkleide bedeckt. Im Inneren

1) Ueber den Kragen oder das Collare an den Ge[illegible] vergl. meine Monographie der Kalkschwämme, Vol. I, p. 141; Taf. 1 [illegible] etc.

war ein quergestellter wurstförmiger Nucleus sichtbar, hinter diesem in dem zugespitzten Hinterende eine contractile Vacuole.

Das glockenförmige Gehäuse oder die Schale des Codonella-Körpers bestand bei allen drei von mir beobachteten Arten aus einer structurlosen, schwerlöslichen, dem Chitin ähnlichen, organischen Substanz, in welche mehr oder weniger beträchtliche Mengen von Kieseltheilchen eingeklebt waren. Bei einer Art (C. galea, Fig. 8, 9) zeigte sie eine zellenähnliche Sculptur, indem jedes eingeklebte Kieselstückchen in einem polygonalen Felde lag (wie der Nucleus der Zellen in einem Pflaster-Epithel). Bei den anderen beiden Arten ist die Schale an der erweiterten Mündung quergeringelt (Fig. 10, 12). Diese Ringelung entsteht dadurch, dass die chitinähnliche ausgeschiedene Substanz sich streckenweise verdickt.

Nach der Bildung der Schale zu urtheilen, dürfte auch ein Theil derjenigen Ciliaten, welche Claparède und Lachmann [1]) als Species von Tintinnus beschrieben haben, zu unserem Genus Codonella gehören. Insbesondere fällt die Aehnlichkeit ihres Tintinnus campanula (l. c. pl. VIII, Fig. 9) mit unserer Codonella campanella (Fig. 11, 12) in die Augen; ebenso die Aehnlichkeit ihres Tintinnus cinctus (l. c. pl. VIII, Fig. 13) mit unserer Codonella orthoceras (Fig. 10). Schon Stein hat darauf hingewiesen, dass wahrscheinlich die zahlreichen, von Claparède und Lachmann als Tintinnus-Arten beschriebenen Ciliaten-Gehäuse sehr verschiedenen Infusorien angehören dürften [2]). Stein selbst beschränkt die Gattung Tintinnus auf solche Tintinnodeen, deren Körperoberfläche nackt ist, und welche nur am Peristom-Rande Wimpern tragen, ähnlich den Vorticellinen. Dahin gehören Tintinnus inquilinus und T. fluviatilis. Diejenigen Tintinnodeen hingegen, welche einen doppelten Peristom-Kranz (einen vorderen von kürzeren, und einen hinteren von längeren Wimpern) tragen und welche ausserdem auf der ganzen Oberfläche Längsreihen von sehr kurzen und feinen Wimpern zeigen, trennt Stein als Tintinnopsis ab. Dahin gehört seine T. beroidea, ferner wahrscheinlich Tintinnus mucicola, T. urnula etc. von Claparède und Lachmann. Wahrscheinlich steht diese Tintinnopsis unserer Codonella sehr nahe; doch würden für letztere immerhin die sonderbaren gestielten Läppchen am Rande des Peristom-Kragens einen sehr auszeichnenden Gattungs-Character bilden. Jedenfalls bedürfen alle diese Ciliaten-Genera: Codonella, Tintinnopsis, Tintinnus,

---

1) Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. 1858, p. 192, Taf. 8 und 9.

2) Stein, der Organismus der Infusionsthiere. II. Abthlg. 1867, p. 154.

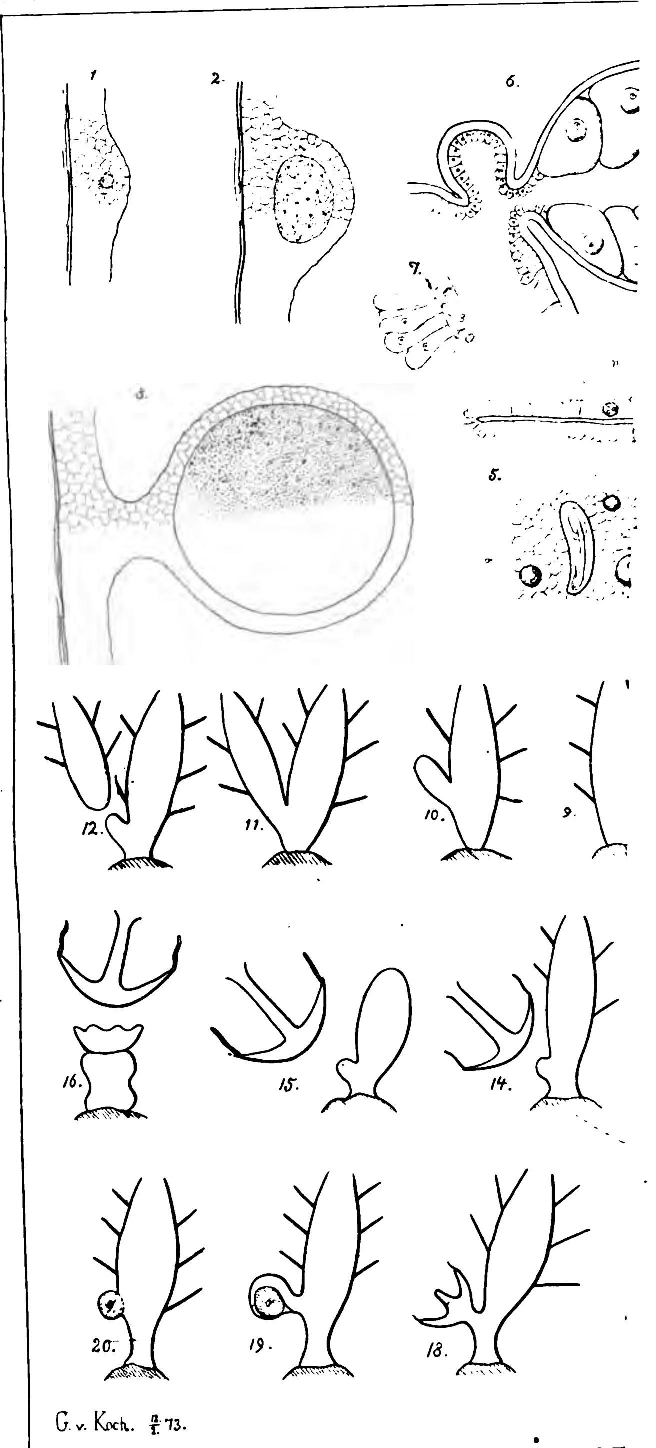
Dictyocysta etc. einer viel genaueren Analyse, als bisher von Anderen und von mir selbst gegeben werden konnte. Die drei von mir beobachteten Species von Codonella zeigen folgende Unterschiede in der Schalenbildung:

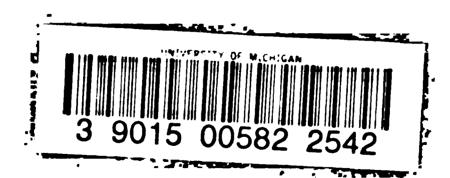
1) Codonella galea, H. (Taf. XXVIII, Fig. 8, 9). Schale helmförmig, von 0,1 Mm. longitudinalem, 0,08 Mm. transversalem Durchmesser, aus zwei durch eine Strictur getrennten Kammern zusammengesetzt. Die hintere (aborale) Kammer fast kugelig, die vordere (orale) Kammer bildet einen Ring von der Form eines abgestutzten Trichters, aus dessen Mündung der goldgelbe Thierkörper weit hervortreten kann. Im zurückgezogenen Zustande füllt er die ganze Schale aus. Die Schale besteht aus structurloser organischer Substanz, in welche zahlreiche Kieseltheilchen sehr regelmässig eingekittet sind, so dass jedes von einem polygonalen Felde umgeben scheint. Fundort: Messina. Lanzarote.

2) Codonella orthoceras, H. (Taf. XXVIII, Fig. 10). Schale schlank trichterförmig, aus drei Kammern zusammengesetzt, 0,2 Mm. lang, 0,08 Mm. dick. Die erste (hinterste, aborale) Kammer regulär konisch 0,03 Mm. lang; die zweite mittlere Kammer kugelig von 0,08 Mm. Durchmesser; die dritte (vorderste, orale) Kammer 0,1 Mm. lang, abgestutzt konisch, gerade, nach der Mündung hin erweitert, regelmässig geringelt. Die Ringe sind circuläre Verdickungen der homogenen organischen Grundsubstanz; dieselben fehlen in den beiden hinteren Kammern, in welche viele Kieseltheilchen dicht neben einander eingekittet sind. Fundort: Messina.

3) Codonella campanella, H. (Taf. XXVIII, Fig. 11—14). Schale glockenförmig, mit aufgesetzter gerader konischer Spitze; 0,15 Mm. lang, in dem hinteren bauchigen Theile von 0,05 Mm., an der vorderen Mündung von 0,08 Mm. Durchmesser. Die vordere (orale) Hälfte ist deutlich und regelmässig geringelt. In die hintere (aborale) Hälfte sind zahlreiche Kieseltheilchen unregelmässig eingekittet; am dichtesten in der aufgesetzten Spitze. Fundort: Lanzarote.

Jenaische


1
2.
6.
7.
3.
5.
12.
11.
10.
9.
16.
15.
14.
20.
19.
18.
G. v. Koch. 12/1. 73.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 00582 2542